HELHa
Haute École Louvain en Hainaut

UNIVERSITÉ DE NAMUR



Numéro supplémentaire
ISSN 0035-2160

Actualité, histoire et philosophie des sciences

Tome 190, N°5, 2019

CHRONIQUE 2018-2019

des domaines **agronomique** et de la **santé** de la **Haute École Louvain-en-Hainaut**

Bureau de dépôt : B 5310 Éghezée – Agréation n°P207124

RÉDACTEUR EN CHEF :

Jean-François Stoffel
Haute école Louvain-en-Hainaut – Domaine de la santé
Rue Trieu Kaisin, 136 – 6061 Montignies-sur-Sambre – Belgique
Courriel : stoffeljf@helha.be

ADMINISTRATION :

Véronique Orose
Université de Namur
Rue de Bruxelles, 61 – 5000 Namur – Belgique
Courriel : veronique.orose@unamur.be

WEBMASTER :

Loris Rossi
Courriel : loris.rossi@outlook.com

Michael Mattiello
Courriel : michael.mattiello@outlook.com

Haute école Louvain-en-Hainaut

SITE INTERNET :

http://www.rqs.be

Fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, *la Revue des questions scientifiques* est une publication périodique trimestrielle toujours publiée par ladite Société, avec le soutien du domaine de la santé de la Haute école Louvain-en-Hainaut et de l'Université de Namur. Pluridisciplinaire et francophone, elle est une revue de haute vulgarisation scientifique, consacrée aux sciences, y compris leur actualité, leur histoire, leur philosophie et leur impact sociétal. Elle est membre de l'Association des revues scientifiques et culturelles de Belgique. Tous les manuscrits reçus sont soumis à un comité de lecture constitué d'au minimum deux experts. En fin d'année, leur nom est publié dans la Revue.

La Revue est dépouillée par le CISMeF, l'*Index Religiosus*, le *Répertoire bibliographique de la philosophie / International Philosophical Bibliography*.

Chronique
des domaines
agronomique et de la santé
de la
Haute école Louvain-en-Hainaut
pour l'année académique
2018-2019

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 1-3
Numéro supplémentaire

Table des matières

Travail de fin d'études primé en technologue de laboratoire médical

Mémoires primés en kinésithérapie[1]

1. Également primé, le mémoire de Delphine Lobet a été soumis pour publication dans la *Revue des Questions Scientifiques*.

Les anciens étudiants

Sélectionné pour vous !

La *Revue des Questions Scientifiques*, c'est aussi deux numéros doubles par an dans lesquels nous avons spécialement sélectionné pour vous les publications suivantes.

Analyse critique

Jean-Baptiste Coulaud, Anne-Marie Guillaume, Émilie Bertrand, Anne Genette
« Sup en Poche » : quelle aide pour quels étudiants ?

Comptes rendus

Verdet (Cyril), « Méditations sur la physique : anthologie »
(par Fabien Buisseret)

« Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associés : évaluations et traitements » / publié sous la direction de Danièle Truscelli
(par Carlyne Arnould & Yannick Bleyenheuft)

Klissouras (Vassilis), « Les bases de la physiologie du sport : 64 concepts clés »
(par Mikaël Scohier)

« Les modèles conceptuels en ergothérapie : introduction aux concepts fondamentaux » / sous la direction de Marie-Chantal Morel-Bracq
(par Gwendoline Terrana & Florence Terrier)

« Guide du diagnostic en ergothérapie » / Bénédicte Dubois, Sarah Thiébaut Samson, Éric Trouvé, et. al.
(par Florence Terrier)

La *Revue des Questions Scientifiques*, c'est enfin un site web qui vous permettra de télécharger gratuitement les comptes rendus ci-dessus mentionnés !

www.rqs.be



Présentation

Vincent Ligot
Directeur du Domaine de la santé du Campus de Montignies
Haute école Louvain-en-Hainaut
ligotv@helha.be

Il y a un an, je vous présentais un numéro ajouté pour la première fois à ceux, habituels, de la *Revue des Questions Scientifiques*. Il avait pour particularité d'être entièrement consacré à la recherche telle qu'elle s'était pratiquée, durant l'année académique écoulée, au sein de ce qui était alors la catégorie paramédicale et qui est devenu entretemps le domaine de la santé. Sortir ce numéro, qui engageait les enseignants, les étudiants, mais aussi nos anciens, et le porter au niveau qualitatif qui est celui de la *Revue des Questions Scientifiques* avaient représenté un premier défi. L'accueil extrêmement positif réservé à ce premier numéro semble indiquer que nous l'avons relevé avec succès. Plusieurs indices en témoignent. Je n'en signalerai que deux. Premièrement, au moment d'écrire ces quelques lignes, le nouveau site web de ladite *Revue* (www.rqs.be), désormais pleinement opérationnel, m'informe que ce numéro a été vu 1.450 fois et téléchargé 235 fois dans sa globalité, pour ne rien dire ni du téléchargement individuel de certains de ses articles ni des nombreuses autres plateformes (archive.org, academia.edu, facebook.com…) qui permettent également d'y accéder. Deuxièmement, d'autres sections sont progressivement en train de nous rejoindre : le présent numéro n'est plus seulement celui des ergothérapeutes et des kinésithérapeutes, mais également des agronomes, des technologues de laboratoire médical et des technologues en imagerie médicale. Aussi son intitulé s'est-il élargi au domaine agronomique et à celui de la santé. Bien sûr, nous nous en réjouissons ! C'est ce succès attesté, combiné à la récente création (évoquée dans ce numéro) du Centre de recherche et de formation continue (CeREF),

qui nous a convaincus de la nécessité de relever le nouveau défi que constituait la parution d'un deuxième numéro. Grâce à vous, il l'a été ! Je vous en remercie sincèrement et vous souhaite bonne lecture.

Actualités en ergothérapie

Construction d'une formation en ligne à visée accessible et participative pour le développement des compétences des acteurs de l'inclusion sociale des personnes handicapées

Émilie Brasset
Section d'ergothérapie
Haute école Louvain-en-Hainaut
Rue Trieu Kaisin, 136
B – 6061 Montignies-sur-Sambre
brassete@helha.be

Yann Lefaou
Association IFPEK
12 rue Jean-Louis Bertrand
F – 35 000 Rennes
y.lefaou@ifpek.org

Résumé. – La convention des Nations unies relative aux droits des personnes handicapées (CDPH, ONU, 2006) se confronte à des réalités, notamment le manque d'accès à la formation des personnes handicapées, qui en limitent son application. Le projet ParticipaTIC, porté par le GIFFOCH, a comme objectif de concevoir une plateforme numérique à visée accessible dans le but de développer les compétences des personnes handicapées à exercer leur droit et ainsi favoriser leur inclusion sociale. Au terme des trois années de conception et de réalisation de ce projet, une réflexion est proposée portant sur la démarche pédagogique et sociale qui a été adoptée pour favoriser la participation sociale des personnes handicapées.

Abstract. – The United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD, UN, 2006) addresses the real issues limiting their implementation, notably the lack of access to training for disabled people. The ParticipaTIC project, led by the GIFFOCH, is aimed at designing an accessible digital platform in order to develop the skills of people with disabilities with respect to exercising their rights and thus favouring their social inclusion. The three-year design and implementation of this project having come to an end, we wish to review the pedagogical and social approach which was adopted in order to promote the social participation of persons with disabilities.

Mots clés. – Droits des personnes handicapées — Formation à distance — Participation sociale — Pédagogie participative

1. Introduction

« Être libre, ce n'est pas seulement se débarrasser de ses chaînes ; c'est vivre d'une façon qui respecte et renforce la liberté des autres » (N. Mandela)

À ce jour, 162 pays ont ratifié la Convention de l'ONU relative aux Droits des personnes handicapées (CDPH) (ONU, 2006). Celle-ci contraint ces pays à ajuster leur législation, afin de la rendre conforme aux dispositions de ladite Convention. Les États parties doivent consulter étroitement et faire participer activement les personnes handicapées par l'intermédiaire des organisations qui les représentent, dans l'élaboration et la mise en œuvre des lois et des politiques adoptées aux fins de l'application de la présente Convention, ainsi que dans l'adoption de toute décision sur des questions relatives aux personnes handicapées (CDPH, 2006, art. 4).

Par ailleurs, l'article 29 — discutant de la participation à la vie politique et à la vie publique des personnes en situation de handicap — engage de son côté les États à s'assurer que les personnes handicapées participent effectivement et pleinement à la vie politique et publique, que ce soit à titre individuel (auto-représentant) ou par l'intermédiaire de représentants librement choisis pour défendre des intérêts collectifs.

Malheureusement, la mise en œuvre de ces dispositions légales se heurte souvent à plusieurs obstacles. Tout d'abord, le manque de volonté politique de la part d'autorités publiques visant à reconnaître les personnes handicapées en tant que partenaires associés à la gouvernance locale, régionale, nationale ou européenne (Boucher, 2015). Puis, les inégalités d'accès des personnes handicapées aux offres de formation en ligne induisant un manque de compétences des personnes œuvrant dans les Organisations de personnes handicapées (OPH) dans le but d'exercer un « lobbying » efficace. Ces formations permettraient aux volontaires d'accéder aux fonctions de représentant des droits et des besoins au niveau d'un collectif, ainsi que d'élaborer un plaidoyer opposable à l'argumentation des autorités publiques.

L'enjeu est de réaliser et de mettre à disposition des formations répondant aux besoins des OPH et qui soient accessibles dans la forme et dans le contenu. Il serait intéressant de concevoir cette formation en soutenant, tout au long du processus, la participation des OPH : comment intégrer une démarche participative dans le processus de conception d'une formation à distance accessible ?

Pour répondre à cette question, le Groupe international francophone pour les formations aux classifications du handicap (GIFFOCH)[1] a proposé une recherche-action pour concevoir une formation sur plateforme numérique.

D'un point de vue pédagogique, le processus se veut participatif et collaboratif. Il s'inscrit aussi dans un processus itératif mené tout au long de la conception. Il est important, dans un premier temps, de contextualiser la naissance de ce projet pour comprendre le cadre d'intervention. Nous proposons ensuite de nous arrêter sur le concept de participation sociale qui est central tant dans la démarche du GIFFOCH que dans les textes réglementaires et normes internationales. Pour terminer, la conception des modules de formation ParticipaTIC sera présentée dans une approche expérientielle.

2. Présentation du projet ParticipaTIC

Le GIFFOCH développe de la formation dans le champ du handicap. Des questions pédagogiques ont naturellement émergé dans la réflexion et les travaux du collectif, avec comme objectif de renforcer les droits des personnes en situation de handicap (PSH). Pour soutenir cette réflexion, le groupement a répondu à un appel à projet européen ERASMUS+ « ParticipaTIC » (n°2016-1-FR01-KA204-024074)[2], en partenariat avec le Collectif Handicap 35[3]. L'objectif a été d'améliorer les conditions de participation sociale des personnes handicapées, en créant une plateforme numérique d'apprentissage collaboratif et accessible nommée « ParticipaTIC ». Cette plateforme vise à développer les compétences des acteurs de l'inclusion sociale.

Le projet ParticipaTIC se veut innovant sur deux points. Le premier est de répondre à l'insuffisance de l'offre de formation destinée aux représentants des OPH. Grâce à ce développement de la formation, il s'agit aussi de prendre en compte le manque d'accessibilité des formations déjà proposées. En développant cette formation, le GIFFOCH répond directement à l'article 4 de la CDPH par une mise à disposition gratuite de nouvelles ressources destinées à améliorer les capacités de défense des droits des personnes handicapées. Le second point est de favoriser l'inclusion des PSH depuis l'initialisation jusqu'à la mise en forme du projet.

---

1. https://giffoch.org
2. https://participatic.eu
3. Association de patient et de représentants de l'ouest de la France (département Ille et Vilaine, en région Bretagne).

L'ingénierie de cette nouvelle plateforme de formation repose avant tout sur une analyse structurée des besoins exprimés par des représentants d'associations de personnes handicapées belges, françaises, roumaines et suisses. L'analyse a relevé des besoins de formation dans quatre domaines aboutissant à la conception pédagogique des quatre premiers modules de la formation :

- module 1 : comprendre et faire comprendre le rôle fondamental de l'action de revendication des droits, les notions de handicap et de participation ;
- module 2 : comprendre la fonction de représentant au service d'intérêts collectifs, notamment dans le champ du handicap ;
- module 3 : comprendre les enjeux de certains articles fondamentaux de la Convention relative aux droits des personnes handicapées (CDPH) pour défendre ses droits ;
- module 4 : explorer un outil d'évaluation de la qualité de l'accès aux services publics ou privés pour formuler des propositions d'amélioration de ces services.

3. La participation au cœur de la démarche du projet ParticipaTIC

La participation sociale est un des concepts centraux dans la CDPH. La participation sociale des personnes handicapées est développée dans cette convention sous un aspect réglementaire : la participation et l'inclusion pleines et effectives à la société sont un droit inaliénable de toutes personnes en situation de handicap physique, mental ou psychique (CDPH, 2006, art. 3).

Ce cadre réglementaire oblige les états signataires à favoriser et à soutenir la participation sociale des personnes en situation de handicap (PSH).

Toutefois, participer activement à la vie sociale ou donner un avis dans des commissions d'usagers, pour porter la voix des personnes handicapées, nécessite de nombreuses compétences. Le projet ParticipaTIC a alors été conçu pour développer les compétences des représentants des personnes handicapées.

D'un point de vue international, le concept de participation sociale est décrit dans plusieurs documents de référence. Par exemple, la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF), référence dans le monde de la santé, définit la participation sociale comme le fait de prendre

part à une situation de la vie réelle, dans le contexte de la santé. Elle désigne « l'implication d'une personne dans une situation de la vie réelle » (OMS, 2001, p. 10).

Autre exemple de référence, le Processus de production du handicap (PPH) définit la participation sociale :

> « La possibilité de réaliser pleinement ses habitudes de vie. Une habitude de vie étant une activité courante ou un rôle social valorisé par la personne ou son contexte socioculturel selon ses caractéristiques (âge, sexe, l'identité socioculturelle, ...). Les habitudes de vie ou la performance de réalisation en situation de vie sociale assurent la survie et l'épanouissement d'une personne dans sa société tout au long de son existence. » (Fougeyrollas, 2010b, p. 159).

En référence à toutes ces définitions, les chercheurs parlent alors de « situation de handicap » correspondant ainsi à la réduction des habitudes de vie. Il est alors indispensable de prendre en compte les facteurs environnementaux en plus des facteurs personnels (Fougeyrollas, 2010b). L'environnement doit donc être facilitateur pour soutenir la participation sociale des individus, en favorisant leur inclusion dans la société par exemple (Castelein, 2015).

Pour répondre à cet enjeu, il est apparu intéressant d'utiliser nous aussi le concept de participation sociale dès la conception du projet ParticipaTIC : il s'est inscrit dans une démarche participative de co-conception pédagogique intégrant les futurs usagers de la plateforme, c'est-à-dire les représentants et les personnes en situation de handicap. Le collectif ainsi constitué a mis en œuvre une démarche de construction collective des contenus et des scénarii pédagogiques. Le collectif a fait appel à des experts scientifiques et professionnels, tout en utilisant l'expérience des personnes handicapées. La méthode utilisée dans le cadre du projet s'apparente à une démarche centrée utilisateur (User Center Design, UCD), expérimentée par les travaux de Norman et Draper (1986). La finalité de cette approche est de permettre une participation active des futurs utilisateurs au processus de conception pour ainsi identifier précisément les besoins et les usages futurs du produit ainsi conçu. Cette approche implique des boucles rétroactives applicables tout au long de la conception pour tenir compte des retours utilisateurs-concepteurs.

4. Une méthode de conception et de construction par étapes non linéaire

Afin de mettre en évidence les choix techniques et pédagogiques de la conception de la plateforme et des modules de formation, nous avons utilisé le modèle d'ingénierie ADDIE. Ce modèle est un modèle d'ingénierie pédagogique comprenant cinq phases (Allen, 2012) : analyse (A), conception (D pour *design*), développement (D), mise à disposition (I pour *Implementation*) et évaluation (E). Ces cinq phases représentent les étapes successives à réaliser pour construire un projet pédagogique digital. Sur un plan pratique, pour concevoir une plateforme d'apprentissage numérique, il est nécessaire de dissocier la plateforme (le support du déploiement pédagogique) des modules (unité d'enseignement-apprentissage) mis à disposition sur cette même plateforme. Ces deux processus de conception (plateforme et modules) interdépendants nécessitent néanmoins des processus bien individualisés. La figure n°1 systématise les étapes de réalisation des modules tout en mettant en avant un processus itératif indispensable à l'alignement pédagogique des objectifs de formation.

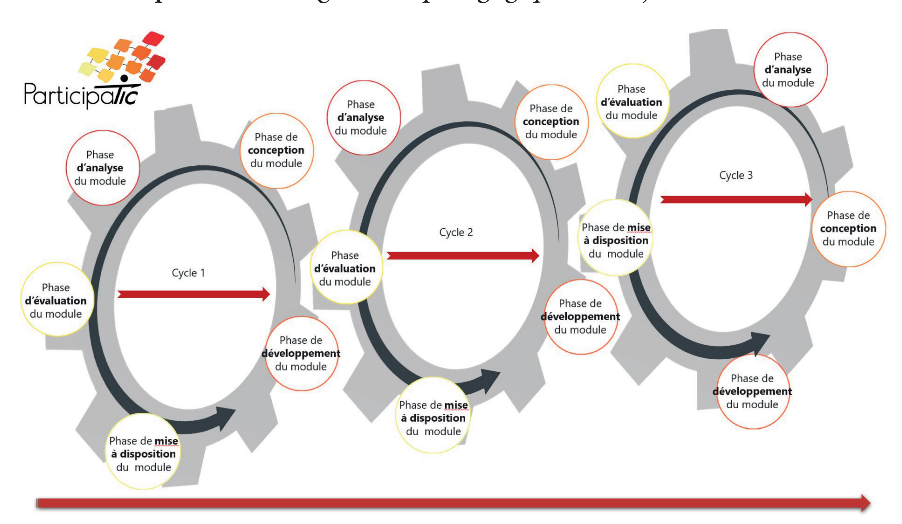


Figure n°1.
Processus de conception des modules de formation utilisant le modèle ADDIE
Source : composition personnelle.

Pour chacune des étapes du modèle ADDIE, nous décrirons notre propre adaptation du processus de conception : nous présenterons dans un premier temps les points saillants du modèle théorique et, dans un second temps, nous proposerons une explicitation de l'expérience du projet ParticipaTIC.

4.1. Phase d'analyse

L'objectif de cette étape est de comprendre le contexte des apprenants : quel est le contexte social et politique dans lequel les représentants (ou les autoreprésentants) développent des actions de plaidoyer ? Quelles informations clés (législatives, techniques, administratives) doivent-ils maîtriser pour mettre en place des actions pertinentes, au bénéfice des groupes qu'ils représentent ? Au regard de toutes ces questions de maitrise du plaidoyer, quels sont alors leurs besoins de formation ?

Au-delà de l'identification des connaissances à enseigner, il devient rapidement nécessaire d'identifier les expertises et les personnes-ressources utiles pour développer les modules de formation. Pour identifier ces besoins, nous avons fait le choix d'entretiens auprès d'associations représentant des personnes handicapées. Cette analyse du contexte local et des besoins des apprenants s'est déroulée pendant trois mois (d'octobre à novembre 2016). Cette phase est essentielle et conditionne la suite du projet. Comme indiqué dans la présentation du projet (cf. § 2), quatre thèmes ont été retenus à l'issue de la phase d'analyse.

4.2. Phase de conception

Cette étape consiste à concevoir pour chaque module une structure, un cahier des charges adapté au public des représentants : quel contenu, quelle stratégie et quel type d'activité pédagogique ? Pour nos besoins, il était essentiel d'identifier les éléments d'accessibilité tant d'un point de vue technique que pédagogique. Cette expérience nous a montré qu'il faut s'entourer de compétences techniques pour l'élaboration des modules (médiatisation, ergonomie, accessibilité). Nous préconisons aussi d'ajuster le volume d'enseignement pour des publics éloignés d'une culture numérique : il ne faut pas trop densifier les enseignements afin d'éviter la surcharge cognitive des apprenants. Une phase de test, dès les premiers temps du développement de la plateforme, auprès des futurs usagers, nous semble aussi une étape incontournable dans l'ingénierie d'un projet participatif.

Pour conduire cette ingénierie participative avec un public du milieu du handicap, différentes stratégies pédagogiques doivent être utilisées pour favoriser un engagement de tous les apprenants. Par exemple, dans le projet ParticipaTIC, un module a été entièrement construit sous la forme d'un parcours d'aventures type *serious game*, alors qu'un autre s'est construit autour d'une situation-problème.

4.3. Phase de développement

Le développement consiste à produire les contenus effectifs des modules. La réalisation technique peut être considérée comme un processus itératif, une succession de phases entre ce que l'on a conçu dans le cahier des charges et les questionnements ou les changements imposés par le développement technique. Cette phase itérative de développement aboutit à une première version finalisée du module, prêt à être mis à disposition du public. Le projet ParticipaTIC est développé sur une plateforme ouverte et libre. Le choix a été fait d'utiliser Moodle : d'une part pour respecter la charte européenne sur le développement des logiciels libres et d'autre part car Moodle possède une communauté très importante dans l'enseignement supérieur (dont plusieurs partenaires sont issus). Lors de la phase de développement, la difficulté a été de garder en ligne de mire les problématiques liées à l'accessibilité. Cette contrainte de l'accessibilité universelle a réduit les ambitions sur ce projet pédagogique, tant sur le fond que sur la forme des modules. L'environnement Moodle ne permet pas les aménagements nécessaires pour une accessibilité universelle telle que les recommandations internationales le proposent. Chaque évolution a dû être développée par le prestataire informatique engendrant ainsi un glissement de planning de production et des surcoûts non programmés dans le projet initial. Les concepteurs ont dû adapter continuellement le contenu et la forme des activités d'apprentissage pour garder cette visée d'accessibilité. Finalement, même si toutes les recommandations internationales n'ont pu être respectées, la plateforme ParticipaTIC propose une accessibilité pour les handicaps les plus courants (auditif, visuel, mental).

Dans notre objectif de tendre vers une accessibilité universelle, nous avons été amenés à simplifier le vocabulaire technique, mais aussi à rendre le contenu plus pragmatique et plus accessible à tout type de public (personnes en situation de handicap mental par exemple). Les phases de test utilisateurs ont révélé qu'au cours des itérations pour la conception des modules, un écart s'est creusé par rapport aux besoins exprimés par les représentants lors de la phase initiale d'analyse. Cet écart inévitable est malheureusement le fait du processus d'ingénierie en lui-même ainsi que des contraintes techniques apportées par la plateforme Moodle.

4.4. Phase de mise à disposition

La phase de mise à disposition des modules est consacrée à l'implantation des modules sur la plateforme, ainsi que l'ouverture au public. La passation des

modules peut se réaliser avec ou sans accompagnement d'une tierce personne connaissant le module et guidant les apprenants.

Pour accompagner l'ouverture de la plateforme ParticipaTIC, les membres du projet ont proposé des ateliers d'appropriation de la formation lors des évènements de dissémination du projet (Paris, en juin 2019, et Sierre, en août 2019). Ces moments d'échange avec de futurs usagers de la plateforme furent très riches pour l'évaluation du projet (actuellement en cours de rédaction).

4.5. Phase d'évaluation

L'évaluation dans le modèle ADDIE est considérée comme une étape incontournable. Elle est constituée de plusieurs sous-étapes : évaluation des usages, évaluation de la conduite de projet, évaluation de la satisfaction des utilisateurs. En particulier, la stratégie d'évaluation s'infiltre dans chacune des phases précédentes du modèle. Dans l'esprit de fonctionnement itératif, un mécanisme constant d'ajustement s'opère en continu dans le processus d'ingénierie. Cette adaptation constante et nécessaire amène les équipes de conception et de développement à réaliser des transformations régulières en lien avec les rétroactions qu'ils reçoivent.

Plus spécifiquement pour l'évaluation de l'ergonomie, des usages et de l'accessibilité, deux grandes phases de test ont été menées en partenariat avec un laboratoire spécialisé dans l'ergonomie des interfaces humain/machine (IHM), le Laboratoire LOUSTIC de l'Université de Rennes. Ces tests utilisateurs ont été réalisés avec la participation de représentants de personnes handicapées (adhérents au Collectif Handicap 35, un des porteurs du projet ParticipaTIC). Ces évaluations se sont déroulées pour une partie dès le début du projet pour identifier les besoins de formation. Une deuxième phase de test a été positionnée à la moitié du projet pour évaluer l'ergonomie et l'accessibilité des différents outils de la plateforme : synthèse vocale, FALC, contrastes, adaptation des polices de caractères. La méthode des *focus-group* a été utilisée lors de ces évaluations.

D'après notre expérience, l'évaluation de la plateforme n'a de sens que si l'ensemble du contenu et des fonctionnalités est achevé. Sans la totalité des modules d'apprentissage, il nous semble difficile d'appréhender la cohérence globale de la plateforme avec les différents modules.

Concernant l'aspect de conception participative, au sein du groupe de travail ParticipaTIC et particulièrement lors des réunions, il a toujours perduré

une volonté d'écoute et de respect des idées des partenaires (patients, professionnels ou experts). Dans ce projet, les partenaires ont apporté des expériences et expertises singulières (recherche, enseignement, ingénierie pédagogique, auto-représentant...). Cette collaboration a permis de montrer l'enjeu de la complémentarité dans le pilotage d'un projet pédagogique interculturel et participatif.

A contrario, et ce malgré tous les outils de communication actuels, le travail à distance ne semble pas faciliter le développement de collaboration. Ce constat est majoré par le fait qu'il existe chez les partenaires des cultures différentes de la collaboration, ainsi qu'une méconnaissance des habitudes de travail de chacun. Ce sont tout autant de points d'attention liés au relationnel entre les participants auxquels il faut être vigilant pour favoriser au mieux le caractère participatif de la démarche d'ingénierie. Pour faciliter cet aspect, nous préconisons de se former au préalable aux outils collaboratifs.

5. Conclusion

Le projet ParticipaTIC, porté par le GIFFOCH, s'inscrit dans un contexte réglementaire, la CDPH. Dans le cadre de ParticipaTIC, il est plus précisément question de favoriser l'inclusion sociale.

La conception de la plateforme et des modules de formation est pensée dans une démarche participative en cohérence avec le concept de participation sociale OMS. Tout au long du processus, il a été question de structurer le travail d'ingénierie en étapes définies dans le modèle théorique ADDIE. Dans la pratique, cette conception successive est loin d'être linéaire : elle a fait l'objet de nombreuses boucles rétroactives permettant au cours du projet d'enrichir la cohérence pédagogique, le contenu à enseigner et la forme des modules proposés.

Ainsi, pour concevoir un dispositif et répondre aux besoins des représentants de personnes en situation de handicap (PSH), il a été pertinent d'utiliser un modèle structurant et participatif. Ce modèle d'ingénierie, a priori rigide, a tout de même permis une agilité dans la conception collaborative d'une plateforme de formation.

Lorsque le GIFFOCH a pensé le projet ParticipaTIC, l'objectif était d'inclure, dans la conception de la plateforme, les OPH. Cet objectif était vertueux en regard du contexte. Il est vrai que lors des phases de recueil des besoins et

d'évaluation des modules, nous avons régulièrement sollicité l'avis des OPH. Nous ne sommes toutefois pas dans une démarche inclusive pour autant. Comme nous l'avons développé dans cet article, nous avons plutôt adopté une approche centrée sur l'utilisateur (UCD), qui nous a permis d'orienter le contenu et la forme des modules en fonctions des besoins et des usages futurs de la plateforme par les OPH. Nous n'avons pas encore assez de recul pour évaluer si les outils développés permettent de soutenir la participation sociale des personnes handicapées. Dans l'avenir, il serait intéressant de mesurer les usages du contenu de nos modules et ainsi voir s'ils ont réellement permis de soutenir des projets concrets d'OPH.

Bibliographie

Allen, M., & Sites, R. (2012). *Leaving ADDIE for SAM: An agile model for developing the best learning experiences*. Alexandria: ASTD.

Boucher, N. (2015). Participation des personnes en situation de handicap à la gouvernance locale : présentation d'un projet visant à mesurer l'impact des stratégies de développement local. *Alter : European Journal of Disability Research*, 9(1), 51-63.

Castelein, P. (2015), La participation sociale : un enjeu interdisciplinaire pour nos institutions. Dans ANFE (Eds.), *L'activité humaine : un potentiel pour la santé ?* (pp. 152-164). Marseille : Solal.

Fougeyrollas, P. (2010a), *Classification québécoise : processus de production du handicap*. Québec : RIPPH.

Fougeyrollas, P. (2010b), *La funambule, le fil et la toile : transformations réciproques du sens du handicap*. Laval : Presses universitaires de Laval.

Norman, D. (1986) *User centered system design: New perspectives on human–computer interaction*. Boca Raton: CRS Press.

Organisation des Nations Unies. (2006). *Convention relative aux droits des personnes handicapées*. New York : ONU.

Organisation mondiale de la santé (2001). *Classification internationale du fonctionnement du handicap et de la santé*. Genève : OMS.



Le Centre de recherche et de formation continue (CeREF), une *fenêtre sur cours…*

Édouard Bouffioulx
Directeur des Domaines de la santé
Responsable de la Cellule santé
Centre de recherche et de formation continue
Haute école Louvain-en-Hainaut
bouffioulxe@helha.be

Résumé. – En novembre 2013, l'enseignement supérieur se dote d'un nouveau décret, dit « décret paysage » (D. 07.11.2013 - M.B. 13.12.2013), qui confère à l'enseignement supérieur de plein exercice la mission de participer à des activités individuelles ou collectives de recherche et d'assurer des services à la collectivité. Pour répondre à la sollicitation, la Haute École, en janvier 2019, officialise la création d'un Centre de recherche et de formation continue (CeREF). Ses objectifs sont de développer une offre de formation continue, de participer à des activités individuelles ou collectives de recherche et d'assurer des services à la collectivité, grâce à son expertise pointue. Tous les Domaines de formation, qu'ils soient de niveau 6 ou 7 du Cadre européen de certification, sont invités, désormais, à s'inscrire davantage dans une démarche de recherche appliquée et à développer le transfert de leur savoir-faire dans la formation continue.

Abstract. – In November 2013, higher education adopted a new decree, known as the "Landscape Decree" (D. 07.11.2013 - M.B. 13.12.2013), which tasks fully-fledged higher education institutions with participating in individual or collective research activities and with providing community services. In order to meet this requirement, the Haute École formalized the creation of a Centre for Research and Continuing Education (CeREF) in January 2019. Its objectives are to develop a continuing education programme, to participate in individual or collective research activities and to provide community services, according to its areas of expertise. All training fields, be they level 6 or 7 of the European Qualifications Framework, are now invited to become more involved in an applied research approach and to develop the transfer of their know-how in continuing education.

Mots clés. – CeREF — Collectivité — Formation continue — Partenariat — Recherche.

En novembre 2013, l'enseignement supérieur se dote d'un nouveau décret, dit « décret paysage » (D. 07.11.2013 - M.B. 13.12.2013) qui confère à l'enseignement supérieur de plein exercice le soin de gérer l'organisation académique des études dont il a la charge. Il précise qu'un établissement, ainsi que son personnel, assume, selon ses disciplines, moyens et spécificités, la participation à des activités individuelles ou collectives de recherche et d'assurer des services à la collectivité, à l'écoute des besoins sociétaux, en collaboration ou dialogue avec les milieux éducatifs, sociaux, culturels, économiques et politiques. La publication de ce décret a conduit les établissements d'enseignement supérieur à s'inscrire dans une nouvelle dynamique pédagogique.

L'enseignement en haute école s'oriente davantage vers des grands défis sociaux, économiques et politiques de l'heure, qu'ils touchent le vieillissement démographique, la croissance économique, la santé, la protection environnementale, les disparités urbaines et rurales, ou autres. La tendance accrue vers l'interdisciplinarité et les partenariats, la rapidité des progrès technologiques, les exigences particulières liées à la recherche appliquée et les critères changeants des règles d'attribution des subventions, entre autres facteurs, caractérisent cet environnement en mutation. L'environnement de la recherche et de la formation continue devient d'une complexité croissante. Aussi, dans un contexte de ralentissement économique, il devient impératif de contribuer à l'amélioration de la productivité en vue d'assurer la prospérité des missions qui nous sont confiées.

La Haute École Louvain en Hainaut, née de la fusion de trois hautes écoles en septembre 2009, a, dès sa mise en service, souhaité s'inscrire dans une dynamique de recherche appliquée et de formation continue comme support au développement de son enseignement initial. Organisée en 7 Domaines de formation (Agronomique, Arts appliqués, Économique, Pédagogique, Santé, Social, Technique), les autorités académiques de la haute école ont laissé à chacun d'entre eux, le soin de s'inscrire et/ou d'élargir son champ d'influence dans la/les discipline(s) dont il s'occupe. Certains Domaines de formation disposant déjà d'une expérience dans le champ de la formation continue et/ou de la recherche ont donc tout naturellement emboîté le pas dans la continuité de leurs missions, en espérant étendre le champ de l'existant.

Le besoin d'un cadre plus *officiel* s'est fait progressivement ressentir. Il devenait nécessaire d'évoluer vers un espace plus large permettant de rencontrer des procédures de subsidiation plus conformes avec le vécu du terrain. Le développement d'un dispositif spécifiquement dédicacé à la formation continue ou

à la recherche appliquée demandait une structure taillée pour remplir ce type de mission.

Après une dizaine d'années de fonctionnement et de tâtonnement naturel, notre Haute École a pris la décision de se lancer dans la création d'une structure autonome, mise à la disposition de l'ensemble des Domaines de formation. Cet acte fort s'inscrit dans la même volonté que celle d'être reconnu comme un partenaire socio-économique de premier plan en matière de formation initiale, conscient de ses responsabilités. Être un acteur fiable et crédible dans un paysage de dispense externe des savoirs et savoir-faire peut devenir une réalité par la création d'un centre de recherche et de formation continue.

Après mûre réflexion et concertations avec les différentes composantes internes déjà impliquées dans ce type de service à la collectivité, le Conseil d'administration de la Haute École officialise, le 15 janvier 2019, le Centre de recherche et de formation continue (CeREF) de la HELHa. Ce centre, mis à la disposition de toute la communauté pédagogique de la Haute École, devient le creuset d'un nouveau défi institutionnel.

Le Centre s'est doté d'une structure qui se veut flexible, respectueuse des souhaits d'engagement de chacun des Domaines de formation et en phase avec les demandes exprimées par les différents acteurs du terrain. La configuration juridique du CeREF (ASBL) permet de rencontrer les ambitions exprimées. Ainsi, son objet social souligne la volonté de vouloir remplir les missions décrétales et, en particulier les articles 2 et 3 du Décret du 7 novembre 2013 :

1. développer une offre de formation continue ;
2. participer à des activités individuelles ou collectives de recherche, d'innovation ou de création, et assurer ainsi le développement, la conservation et la transmission des savoirs et du patrimoine culturel, artistique, technique et scientifique ;
3. assurer des services à la collectivité, grâce à son expertise pointue et son devoir d'indépendance à l'écoute des besoins sociétaux, en collaboration ou dialogue avec les milieux éducatifs, sociaux, culturels, économiques et politiques.

Pour répondre à cette volonté de flexibilité et d'adéquation avec le monde environnant, le CeREF s'appuie sur une Assemblée générale (AG) responsable, composée de 22 membres répartis en 4 composantes (fig. n°1) :

1. une composante Direction ;

2. une composante Conseil d'administration ;
3. une composante Monde professionnel ;
4. une composante Membres du personnel.

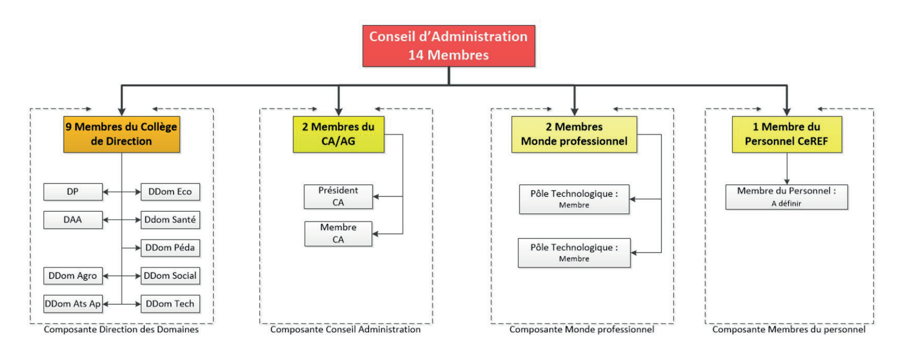


Figure n°1.
Composition de l'Assemblée générale.
DP = Directeur-Président ; DAA = Direction des Affaires Académiques ; DDom = Directions de Domaine.

Par ces 4 composantes, l'AG se veut dynamique en créant une synergie entre les mondes académique, économique et professionnel. La stratégie institutionnelle de recherche et de formation continue propose un dispositif de balises capable d'encadrer la planification et le déploiement de ses activités. Cette stratégie vise le développement d'une culture de la recherche appliquée et de la formation continue qui encourage la créativité, l'innovation et l'interdisciplinarité où tout enseignant se devrait de pouvoir conjuguer une mission d'enseignement liée à la formation initiale et une mission liée à la recherche et/ou à la formation continue. Toutefois, à l'heure d'aujourd'hui, le contexte législatif reste peu favorable à la pleine réalisation de cette double fonction. Si de timides réflexions sont énoncées, la Fédération Wallonie-Bruxelles tarde à adopter une position claire sur la création d'un statut d'enseignant-chercheur en haute école. Nonobstant le manque de transparence, les équipes pédagogiques invitent les étudiants, tout cycle d'études confondu, à jouer un rôle dans leurs activités de développement et de création. Des productions pédagogiques comme les travaux de fin d'études ou les mémoires, les laboratoires de simulation clinique, les laboratoires technologiques, les séances de travaux pratiques organisés au sein de ces laboratoires, etc. sont autant de « *fenêtres sur cours...* » qui les initient à la réflexion, à la réflexivité, à se questionner, à circonscrire sa pensée, en d'autres mots à la dimension de recherche.

Ainsi, chaque Domaine de formation initiale est donc représenté par une Cellule de même nature (Cellule Agronomique, Cellule Arts appliqués, Cellule Économique, Cellule Pédagogique, Cellule Santé, Cellule Social, Cellule Technique).

Pour faciliter certaines synergies interdisciplinaires, les Cellules ont été regroupées en deux pôles :

1. le pôle des « Sciences humaines et sociales » regroupant les Cellules Arts appliqués, Économique, Pédagogique et Sociale ;
2. le pôle des « Sciences technologiques » regroupant les Cellules Agronomique, Santé et Technique.

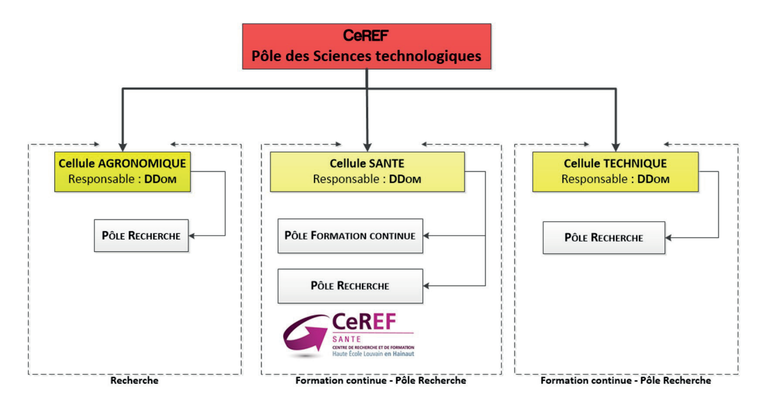


Figure n°2.
Pôle Sciences technologiques.

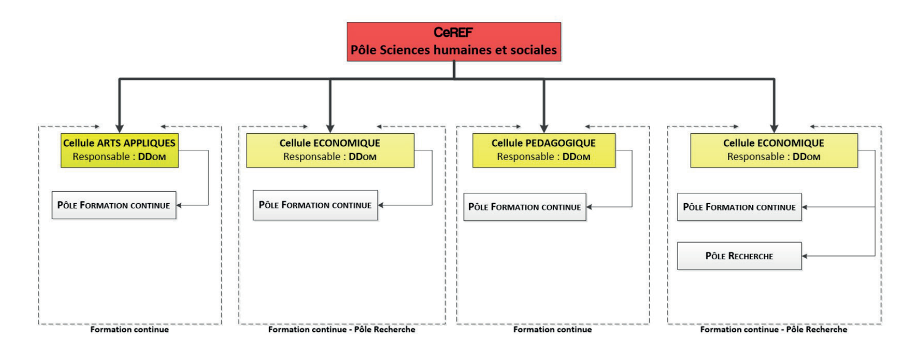


Figure n°3.
Pôle Sciences humaines et sociales.

La création de ces deux pôles n'a rien d'exclusif et n'a pas pour volonté de cliver les Cellules, mais a pour seule ambition d'accompagner le déploiement

de certaines thématiques liées à la nature des activités. Les figures n°2 et 3 illustrent la situation actuelle. Il est évident que dans un avenir proche, les activités développées par chacune des Cellules seront bien différentes.

C'est pourquoi il est primordial que la stratégie institutionnelle soit orientée vers le renforcement d'un meilleur arrimage entre la formation initiale, la formation continue et les activités de recherche appliquée. Pour créer cet environnement capable de rencontrer ces ambitions, la Haute École se doit de proposer à sa communauté éducative les moyens d'être engagée dans la production, la mobilisation et le transfert de connaissances par des outils de gestion appropriés. Le CeREF se veut un environnement stimulant, mobilisant des connaissances, favorisant le transfert et la valorisation des acquis mutualisés et capitalisés. Il se veut un outil de travail pour encadrer une planification simplifiée de la recherche appliquée et de la formation continue. La stratégie institutionnelle vise le développement d'une culture de recherche scientifique, bien ancrée, dans laquelle s'actualise la responsabilité sociale de la Haute École et les responsabilités professionnelles du corps professoral en matière de recherche, de formation continue, de développement et de création.

Ces objectifs stratégiques peuvent être résumés de la manière suivante :

1. promouvoir et maintenir des programmes de soutien à une recherche appliquée et à une formation continue de qualité en lien avec les expertises existantes ;
2. intégrer les considérations entourant la recherche et la formation continue dans les pratiques pédagogiques ;
3. améliorer les dispositifs pédagogiques en termes de liens réflexifs avec la recherche et la formation continue ;
4. renforcer le leadership et la cohésion interne autour des axes de développement et des créneaux de formation continue ;
5. enrichir l'environnement de la recherche et de la formation continue dans les limites du possible.

Pour rencontrer ses objectifs, le CeREF s'est doté d'une composante opérationnelle efficiente par son Conseil d'administration. Ce dernier est composé d'un maximum de 14 membres, choisis par et parmi les membres de l'Assemblée générale.

Les membres du Conseil d'Administration sont :

1. tous les membres du groupe « Direction », généralement responsables de leur Cellule ;

2. trois ou quatre membres issus des trois autres groupes de membres de l'Assemblée générale, chacun proposant au moins un représentant au sein de son/ses domaines tant la formation continue que la recherche appliquée, ces deux secteurs d'activité requièrent des expertises multiples. Le CA a donc pour vocation de valoriser les connaissances qu'il soutient et de faire fructifier les biens qu'il contribue à produire.

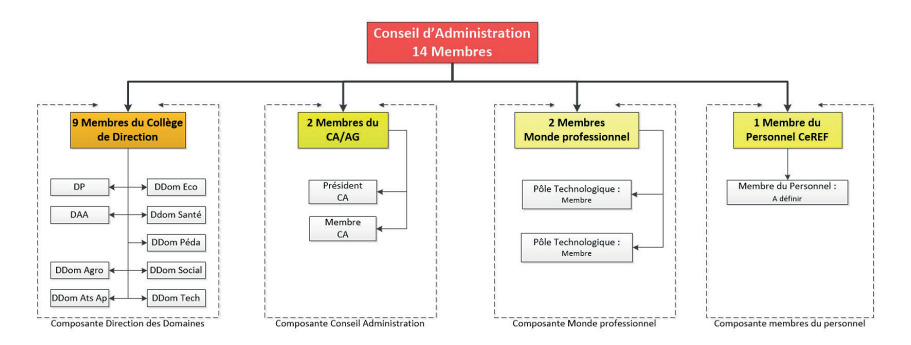


Figure n°4.
Composition du Conseil d'administration.

Le champ de la recherche en HELHa a déjà certaines lettres de noblesse. Tous nos Domaines de formation insufflent, à des degrés divers et selon les thématiques, une curiosité centrée sur la démarche scientifique. Par leur finalité professionnalisante, les formations issues du niveau 6 du Cadre européen de certification (CEC), le niveau bachelier, ne dispose pas, explicitement, d'un champ de compétences centré sur l'initiation à la recherche. Les formations issues du niveau 7 du CEC, le niveau master, dispose, lui, d'un champ de compétence centré sur l'initiation à la recherche. Pourtant, la cohabitation des deux niveaux de Certification sur certaines de nos implantations et la mixité de nos équipes pédagogiques créent des synergies liées à la curiosité intellectuelle. L'un des guides les plus fiables de la qualité d'une recherche est celui de l'excitation intellectuelle de la connaissance, apportée à ses auteurs par ce processus créatif, et de la confrontation des faits expérimentaux et des modèles théoriques selon les seuls critères de la raison.

La recherche se voit assigner un ensemble d'objectifs, qui constituent autant de missions à remplir. Il s'agit :

1. du développement et du progrès de la recherche appliquée dans tous les Domaines de formation et dans tous les secteurs de la connaissance,
2. de la valorisation des résultats de la recherche,
3. de la diffusion des connaissances scientifiques,
4. de la formation à la recherche et par la recherche.

Si le champ de la recherche semble une évidence, le champ de la formation continue, malgré son importance, reste relativement peu investigué, soit de manière générale, soit dans son fonctionnement ou à travers ses effets. Or, dans une dynamique prospective, pour répondre au mieux aux besoins de formation tant des personnes que des institutions, il est impératif d'appréhender, d'une part, l'identification et la description des conditions de formation continue des professionnels, d'autre part, l'identification et la compréhension des disparités de situation qui pourraient exister entre les secteurs du champ spécifique de la formation continue.

Toutefois, nous observons qu'au-delà d'une image globalement positive sur l'importance et la pertinence de la formation continue, rien ne semble acquis. Les contingences des politiques budgétaires pour les secteurs non marchands (dont relèvent bon nombre de nos formations) déploient des retombées qui tendent à devenir négatives, voire qui le sont déjà, pour le personnel en quête de formation continue. Un danger lancinant guette : la mise en relation de plus en plus systématique de la formation et de la performance économique ou du retour sur investissement. Derrière ces tendances lourdes, on observe que l'environnement économique vécu et subi par les potentielles institutions-clientes n'est pas toujours propice à la valorisation de la formation continue. De plus, dans nos Domaines de formation, le principe d'autofinancement du secteur de la formation continue produit des répercussions sur la définition et l'étendue de l'offre, donc inévitablement sur l'accès aux formations dispensées. Concrètement, la logique d'autofinancement renvoie à la discussion centrale sur l'accès au développement même de la formation continue, plus particulièrement pour les professions des secteurs non marchands.

Selon le Domaine de formation, les créneaux privilégiés reflètent, à la fois, ses forces vives et sa réponse aux besoins de la communauté pour laquelle il s'est mis à son service. La Haute École reconnaît la valeur des projets de celles et ceux dont les champs d'expertise ne se situent pas parmi les secteurs prioritaires et qui font preuve de créativité et d'excellence dans leur dispositif d'enseigne-

ment. Ces secteurs porteurs doivent transcender la planification académique, les pratiques administratives et les activités de formation continue.

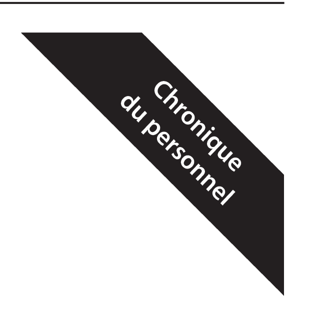
En conclusion, il est essentiel de favoriser l'interdisciplinarité et les possibilités de synergie pour :

1. réaffirmer et compléter les missions de la recherche : la recherche appliquée possède sa logique propre, qui implique le principe d'une certaine autonomie garant de la cohérence et de la rationalité de cette activité.

2. compléter et soutenir les missions de formation continue : la formation continue doit être développée en lien avec les besoins du terrain et nécessite de façon soutenue, d'une affectation de moyens.

Grâce à la présence du CeREF, un futur plan quinquennal de développement de la formation continue et de la recherche devrait se démarquer par un effort systématique de compilation et de synthèse des missions réalisées. Si l'électricité n'a pas été inventée en cherchant à perfectionner les bougies[1], l'« expérience est une bougie qui n'éclaire que celui qui la porte »[2].

1. Louis Schorderet, psychologue
2. Confucius



Chronique du personnel enseignant pour l'année académique 2018-2019[1]

Responsable : Jean-François Stoffel

Mme **Carlyne Arnould** a mené, durant l'année académique 2018-2019, des recherches principalement axées sur le développement, la validation et l'utilisation d'outils de mesure dans le domaine de la santé. Elle a entre autre encadré le mémoire expérimental de Camille Barreau portant sur le développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans. Ce travail a reçu le prix du meilleur mémoire expérimental en juin 2018 et a été publié dans le numéro spécial HELHa de la *Revue des Questions Scientifiques* [**1**]. Le mémoire de Camille Barreau a également fait l'objet d'une communication orale présentée par l'étudiante elle-même aux *7es Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter »* organisées par la Société française de physiothérapie [**2**]. Le résumé de cette communication a été publié dans *Kinésithérapie la Revue* [**3**]. Plusieurs travaux portant sur le développement d'outils mesurant la dyspraxie ont fait l'objet de publications ou de communications orales. Ainsi, l'ancien mémoire de Marie Nihoul sur le développement d'un questionnaire mesurant l'habileté manuelle chez les enfants âgés de 5 à 12 ans ayant un trouble développemental de la coordination a été publié dans la *Revue des Questions Scientifiques* [**4**]. De même, l'ancien mémoire de Romane Louette portant sur le développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant la coordination des enfants atteints du trouble développemental de la coordination âgés de 5 à 12 ans a également été publié

1. La chronique du personnel et celle des relations internationales se voulant complémentaires, nous ne reprenons pas ici, sauf cas exceptionnel, les informations déjà données dans l'autre chronique.

dans la *Revue des Questions Scientifiques* [**5**]. Les résultats du mémoire d'Élise Livert sur le développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant les capacités visuo-spatiales et constructives d'enfants souffrant de dyspraxie âgés de 5 à 12 ans ont été présentés oralement par Carlyne Arnould aux *7es Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter »* organisées par la Société française de physiothérapie [**6**] et à la *Journée Ergo-Thé-Rapie* organisée par la section d'ergothérapie de la HELHa [7]. Le résumé de la première des deux communications a été publié dans *Kinésithérapie la Revue* [**8**]. Forte de son expertise dans le domaine de la psychométrie, Carlyne Arnould a participé à l'écriture de trois autres articles scientifiques. Le premier portant sur la validité et la fiabilité de la version perse d'une échelle mesurant l'habileté manuelle, ABILHAND-Kids, chez des enfants iraniens atteints de paralysie cérébrale a été publié dans *Disability and Rehabilitation* [**9**]. Le deuxième investiguant l'adaptation cross-culturelle de la version ukrainienne d'ABILHAND-Kids a également été publié dans *Disability and Rehabilitation* [**10**]. Enfin, le troisième, explorant la fiabilité inter-examinateurs de questionnaires mesurant les activités après une intervention intensive basée sur l'apprentissage moteur chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, a été publié dans *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [**11**]. En se basant sur son expérience professionnelle et scientifique quant à l'efficacité et l'évaluation des traitements en réadaptation neurologique et en collaboration avec le Dr Yannick Bleyenheuft de l'UCL, Carlyne Arnould a écrit un compte-rendu publié dans la *Revue des Questions Scientifiques* [**12**] sur un livre rédigé sous la direction de Danièle Truscelli : *Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associés : évaluations et traitements*.

Son expertise dans le domaine de l'évaluation fonctionnelle lui a permis d'être formatrice dans le cadre du certificat en *neuroréhabilitation fonctionnelle et intensive (orientation pédiatrique)* de l'Université catholique de Louvain en collaboration avec l'Intensive Rehabilitation Foundation (IRF) et la HELHa. La formation ainsi dispensée portait sur l'évaluation des différentes dimensions de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap, et de la santé chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Elle a également partagé son expertise en étant membre du jury de la thèse de Julie Paradis, doctorante de l'UCL (Faculté des sciences de la motricité), intitulée *Measure of changes in daily activities of children with cerebral palsy following an intensive intervention – relationship with cortical changes* dont la défense privée a eu lieu le 30/10/18 à Woluwe-Saint-Lambert et la défense publique le 05/02/19 à Woluwe-Saint-Lambert. Elle a également été membre du comité d'encadrement de deux autres thèses de l'UCL. La première thèse d'Emmanuel Sogbos-

si, doctorant de la Faculté des sciences de la motricité porte sur *Is Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity (HABIT-ILE) feasible and effective in the socio-cultural context of West-Africa (Benin) ?* L'avancement des travaux d'Emmanuel Sogbossi a été présenté les 03/09/18 et 04/07/19 à Woluwe-Saint-Lambert. La deuxième thèse de Geoffroy Saussez, également doctorant de la Faculté des sciences de la motricité, porte sur *l'implémentation d'une nouvelle interface virtuelle interactive afin de générer des changements moteurs, fonctionnels, et neuroplastiques chez les enfants atteints de paralysie cérébrale*. L'avancement des travaux de Geoffroy Saussez a été présenté le 09/10/18 à Woluwe-Saint-Lambert et le 17/06/19 à Louvain-la-Neuve.

Désireuse d'approfondir ses connaissances cliniques et scientifiques en kinésithérapie neurologique, cours qu'elle dispense dans la section en kinésithérapie de la HELHa, Carlyne Arnould a participé aux *7es Journées Francophones de Kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter »*, organisée par la Société française de physiothérapie (Montpellier, 14-16 février 2019). Intéressée par les nouvelles technologies, elle a assisté à la *Journée des chercheurs en Haute école « Vivre à l'heure du numérique et de l'internet des objets »* organisée par Synhera (Bruxelles, 22 novembre 2018). Soucieuse d'améliorer ses pratiques d'enseignement, elle a aussi participé à la *Journée pédagogique de la HELHa* portant sur « La réussite, ça commence aussi dans mon cours » sur la thématique des dispositifs d'enseignement-apprentissage (Mons, 23 mai 2019).

Enfin, Carlyne Arnould gère, avec l'informaticien Steve De Vlemminck, le contenu du site internet http://www.rehab-scales.org/. Le site présente une série d'outils d'évaluation de type « questionnaire » utiles en réadaptation permettant d'établir des objectifs thérapeutiques, de planifier et de mettre en place des traitements, et de vérifier l'efficacité de ces traitements. Toutes ces échelles ont été publiées dans des revues scientifiques internationales et ont été développées en utilisant le modèle de Rasch, un modèle de plus en plus populaire dans le développement d'outils d'évaluation de santé qui permet de vérifier que les exigences d'une mesure objective soient satisfaites. Le site met à disposition gratuitement pour chacun des questionnaires : 1) une présentation de l'outil d'évaluation ; 2) le questionnaire lui-même (disponible en différentes langues) ; 3) des instructions pour administrer et interpréter le questionnaire, et 4) une analyse *online*. Ce site est donc un outil au service des cliniciens désireux d'utiliser des questionnaires valides afin d'objectiver leurs prises en charge.

Références

[1] Barreau, C., & Arnould, C. (2018). Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans : comparaison de l'estime de soi perçue par l'enfant à celle qu'en ont ses parents. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(5), 109-124.

[2] Barreau, C., & Arnould, C. *Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans* [communication orale]. 7es Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter », Société française de physiothérapie, Montpellier, 14-16 février 2019.

[3] Barreau, C., & Arnould, C. (2019). Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans : comparaison de l'estime de soi perçue par l'enfant à celle qu'en ont ses parents [Résumé]. *Kinésithérapie la Revue*, 206(19), 90.

[4] Nihoul, M., & Arnould, C. (2018). Comment évaluer les enfants ayant un trouble développemental de la coordination ? Développement d'un questionnaire évaluant l'habileté manuelle chez les enfants âgés de 5 à 12 ans ayant un trouble développemental de la coordination. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 241-275.

[5] Louette, R., & Arnould, C. (2018). Comment évaluer les enfants ayant un trouble développemental de la coordination ? Développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant la coordination des enfants atteints du trouble développemental de la coordination âgés de 5 à 12 ans. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 277-323.

[6] Arnould, C., & Livert, E. *Développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant les capacités visuo-spatiales et constructives d'enfants souffrant de dyspraxie âgés de 5 à 12 ans* [communication orale]. 7es Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter », Société française de physiothérapie, Montpellier, 14-16 février 2019.

[7] Arnould, C, & Livert, E. *Développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant les capacités visuo-spatiales et constructives d'enfants souffrant de dyspraxie âgés de 5 à 12 ans* [communication orale]. Journée Ergo-Thé-Rapie, Montignies-sur-Sambre, section d'ergothérapie de la HELHa, 26 février 2019.

[8] Livert, E., & Arnould, C. (2019). Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans : comparaison de l'estime de soi perçue par l'enfant à celle qu'en ont ses parents [résumé]. *Kinésithérapie la Revue*, 206(19), 90-91.

[9] Mohammadkhani-Pordanjani, E., Arnould, C., Raji, P., Nakhostin Ansari, N., & Hasson, S. (2019). Validity and reliability of the Persian ABILHAND-Kids in a sample of Iranian children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 1-9. https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1530307

[10] Hasiuk, M. B., Arnould, C., Kushnir, A. D., Matiushenko, O. A., & Kachmar, O. O. (2019). Cross-cultural adaptation and validation of the Ukrainian version of the ABILHAND-Kids questionnaire. *Disability and Rehabilitation*, 1-10. https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1630677

[11] Paradis, J., Dispa, D., De Montpellier, A., Ebner, D., Araneda, R., Saussez, G., Renders, A., Arnould, C., & Bleyenheuft, Y. (2019). Inter-rater reliability of activity questionnaires after an intensive motor-skill learning intervention for children with cerebral palsy (CP). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 18. pii: S0003-9993(19)30088-7.

[12] Arnould, C., & Bleyenheuft, Y. (2019). Compte rendu de : « Comprendre la paralysie cérébrale et les troubles associés : évaluations et traitements » / publié sous la direction de Danièle Truscelli. *Revue des Questions Scientifiques*, 190 (1-2), 245-247.

* * *

Le Dr **Vincent Barvaux** a revu, avec les auteurs du F.F.H. (F. Dierick, F. Buisseret et M. Scohier), les manuscrits en anglais de leurs publications, de leurs posters ou de leurs demandes de financement.

* * *

Mme **Émilie Brasset** a participé au projet Européen ERASMUS+ (ParticipaTIC n°2016-1-FR01-KA204-024074) qui s'est déroulé sur trois ans (2016-2019). La finalité de ce projet est la réalisation d'une formation en ligne à visée accessible et participative pour le développement des compétences des acteurs de l'inclusion sociale des personnes handicapées. Dans le cadre de ce projet, elle a participé à l'organisation des deux évènements de dissémination, intitulés *Form@tion, défense des droits, handicap*, mis sur pied à l'occasion du lancement officiel de la plateforme : l'un organisé les 4 et 5 juin 2019 à la Maison des sciences de l'homme (Paris) sous le parrainage de Mme Sophie Cluzel, Secrétaire d'état chargée des personnes handicapées auprès du Premier ministre français ; l'autre le 22 août 2019 au techno-pôle de Sierre (Suisse).

* * *

M. **Fabien Buisseret** a poursuivi, durant l'année académique 2018-2019, son premier champ de recherche, à savoir l'étude de la marche par des techniques d'analyse fractale. Outre un article en préparation tiré du mémoire de Charlotte Vandevoorde [**1**], le groupe de recherche, composé d'Adèle Mae Luta (Eleda International), Mathieu Renson, Frédéric Dierick et lui-même, a finalisé une étude axée sur l'évaluation, par des outils d'analyse fractale, de l'impact d'une tâche cognitive sur la marche à long terme [**2**]. Un mémoire a par ailleurs débuté qui analysera des données provenant de patients présentant un pied de Charcot par les techniques susmentionnées. Dans un but de promotion des activités du laboratoire FFH, Fabien Buisseret a inauguré le 45e congrès de la Société belge des professeurs de mathématiques d'expression française (SBPMef) par une présentation de vulgarisation consacrée à cette thématique principale de recherche [**3**] (fig. n°1).



Fig. n°1.
Marche et fractales au 45e congrès de la SBPMef.
Photo : Pascal Dupont.

L'interdisciplinarité et l'implication des étudiants est une préoccupation majeure pour Fabien Buisseret. Dans le cadre d'une collaboration rassemblant Renaud Hage et Frédéric Dierick (catégorie paramédicale) ainsi que Laurent Jojczyk et Wesley Estievenart (CeREF technique), il a co-dirigé le mémoire de

Christophe Dejaegher intitulé *Développement d'une application médicale utilisant un casque de réalité virtuelle*. Ce travail était consacré plus précisément à l'implémentation d'une version virtuelle du test DidRen visant à évaluer la motricité cervicale d'un patient[2]. L'influence de l'âge sur ce test a, par ailleurs, été étudiée de manière approfondie via analyse cinématique chez des patients asymptomatiques : un article a été publié à ce sujet dans la revue open-access *Plos ONE* [4]. Parmi les projets interdisciplinaires mêlant compétences techniques et médicales, mentionnons les projets Virtual PPT et Fallaway, visant respectivement à développer une version virtuelle du Purdue Pegboard Test et à prédire le risque de chute de personnes âgées par analyse de leur cinématique de marche. Ces projets ont été présentés lors de la journée des chercheurs de Synhera le 22 novembre 2018[3]. Enfin, deux projets FIRST Haute-École co-supervisés par Fabien Buisseret se sont achevés durant l'année académique 2018-2019 : DYSKIMOT (n° 1610401), *Développement d'un système multitâches immersif et low-cost d'enregistrement et analyse de données cinématiques en vue de l'évaluation de dyskinésies motrices et de leur prise en charge thérapeutique* et TRACKTMS (n° 1510470), *Développement d'un environnement non-intrusif de mesures ergonomiques visant à la prévention de l'apparition de troubles musculo-squelettiques*.

Une collaboration avec le D[r] Nicolas Boulanger, du service de Physique de l'univers, champs et gravitation (UMONS), et Olivier White (Université de Bourgogne Franche-Comté) est en cours depuis l'année académique 2017-2018 et vise à développer de nouveaux modèles prédictifs des invariants dynamiques du mouvement humain en gravité modifiée. Une première série de résultats a été obtenue en analysant la réaction de sujets sains effectuant un mouvement rythmique en gravité variant de 1 à 3g. Ces résultats valident l'hypothèse de travail, à savoir : un sujet sain ajuste son mouvement conformément à la théorie des invariants adiabatiques [5]. Il est à noter que des développements mathématiques généraux ont été nécessaires pour parvenir à ces résultats : ils ont également été publiés [6].

Un autre volet des activités de Fabien Buisseret concerne le montage et le dépôt de projets unifiant des thématiques techniques et paramédicales en col-

2. https://www.cerisic.be/technique/projet-cerisic/developpement-dune-application-medicale-utilisant-un-casque-de-realite-virtuelle/?fbclid=IwAR3kcN4VaVeVPAT_FANYBcPcqy0IDYqmOKkWHGb3szI2X-oXYL7Mo7kcvMM
3. https://indd.adobe.com/view/5b542eb8-b3b5-4ad3-8322-63f0f14dbe4b?fbclid=IwAR2wtAkG3KKMW2FjhTDg34wkyb2b44D0zjTBkjCTM_YXoaAWaR9DkRlk8sM

laboration avec le pôle électricité/électronique du CeREF : le projet Interreg FWVl NOMADe, consistant en la mise au point d'un écosystème en ligne d'apprentissage et de recherche et développement dans le domaine des troubles neuro-musculo-squelettiques, a été accepté en 2018. Ce projet, dont le CeREF est le chef de file, impliquera non seulement une équipe de chercheurs de ce Centre, mais également les instituts suivants : U Antwerpen, KU Leuven, UMONS, Henallux, Université de Lille, Université Picardie Jules Verne (Amiens), Université de Valenciennes, et enfin Université de Reims.

Soucieux d'approfondir sa maîtrise de la physique, tant dans ses aspects historiques que fondamentaux, Fabien Buisseret participe à la rédaction de comptes rendus de nouveaux ouvrages ayant trait à cette thématique dans la *Revue des Questions Scientifiques* [7]. Il reste de plus collaborateur volontaire de l'UMons et poursuit ses recherches en collaboration avec le service de Physique nucléaire et subnucléaire du Prof. Claude Semay. Il assure également la suppléance du cours *Éléments de chromodynamique quantique*, cours à option (15 h.) dispensé aux masters en physique.

Références

[1] Dierick, F., Vandevoorde, C., White, O., & Buisseret, F. (s.d.). *Interplay of Aging and Neurodegenerative Disorders on Walking Stride Interval Variability*, en préparation.

[2] Dierick, F., Buisseret, F., Renson, M., & Luta, A. M. (2019). Digital Natives and Dual Task: Handling It But Not Immune Against Cognitive-Locomotor Interferences, submitted to *Plos ONE*. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/723775v1.

[3] *Une pincée de chaos, quelques gouttes de fractales… et ça marche !*, conférence inaugurale du 45e Congrès de la Société belge des professeurs de mathématiques d'expression française, 27/08/18.

[4] Hage, R., Buisseret, F., Pitance, L., Brismée, J. M., Detrembleur, C., & Dierick, F. (2019). Head-neck rotational movements using DidRen laser test indicate children and seniors' lower performance, *PLoS ONE*, 14(7): e0219515. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219515.

[5] Boulanger, N., Buisseret, F., Dehouck, V., Dierick, F., &White, O. Adiabatic invariants drive rhythmic human motion in variable gravity, submitted to *Phys. Rev. Lett*. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/674143v1.

[6] Boulanger, N., Buisseret, F., Dierick, F., & White, O. (2018). Higher-derivative harmonic oscillators: stability of classical dynamics and adiabatic invariants, *EPJC* 79, 60. arXiv:1811.07733.

[7] Buisseret, F. (2018). Compte rendu de Hermann Weyl : « Philosophie des mathématiques et des sciences de la nature ». *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 349-350.

* * *

M. **Frédéric Dierick** a publié, durant l'année académique 2018-2019, plusieurs articles dans des revues internationales avec un comité de lecture, été co-auteur de différents posters présentés dans des journées de conférences, a obtenu un projet Interreg, mis en place un certificat en formation continue, a encadré des doctorants et assuré des collaborations avec des hôpitaux, des hautes écoles et des universités.

Deux articles publiés en 2019 [**1**, **2**] couvrent les résultats obtenus dans les travaux de recherche de Renaud Hage, doctorant à l'Université catholique de Louvain et ayant pour thématique l'étude des caractéristiques de la cinématique en rotation de la tête lors de l'exécution du test DidRen, qui permet d'évaluer les performances sensori-motrices. Des mesures avec le test DidRen ont été réalisées sur une population de sujets allant de 8 à 85 ans.

Deux autres articles résultent d'une collaboration avec Jean-Michel Brismée, Professeur à la l'Université Texas Tech aux États-Unis et expert en thérapie manuelle. Ces travaux concernent l'étude des modifications physiologiques des disques intervertébraux après l'application de techniques manuelles. En 2019, une étude a exploré les effets de postures tridimensionnelles accompagnées au non de distractions manuelles [**3**] et une autre étude, en 2018, les effets de mobilisations manuelles des vertèbres [**4**]. Les évaluations des effets physiologiques ont, respectivement, été mis en évidence au moyen, d'une part, d'un stadiomètre en position assise développé au Texas et permettant de mesurer la taille au dixième de millimètre et, d'autre part, d'images en résonance magnétique permettant de quantifier la diffusion hydrique apparente dans les disques intervertébraux. Notons que ces évaluations par imagerie médicale ont été réalisées dans le Service de radiologie du Grand hôpital de Charleroi, en collaboration étroite avec le Dr Ghislain Vandenbosch.

Frédéric Dierick a été co-auteur de nombreux posters présentés tant en Belgique qu'à l'étranger et a contribué à la présentation de plusieurs conférences nationales et internationales. Les références concernant ces posters [**5**-**9**] et conférences [**10**-**18**] sont reprises à la fin de ce rapport.

Actif dans la recherche de fonds, il a obtenu le financement d'un projet Interreg France-Wallonie-Vlanderen « NOMADe » d'un montant de

2.423 M€. Ce projet financé par l'Europe a pour ambition de mettre au point un écosystème en ligne d'apprentissage et de recherche et développement dans le domaine des troubles neuro-musculo-squelettiques. Le CeREF (Centre de REcherche et de Formation) de la HELHa est le chef de file de ce projet qui impliquera non seulement une équipe de chercheurs du Centre, mais également des partenaires des instituts suivants : U Antwerpen, KU Leuven, UMONS, Henallux, Université de Lille, Université Picardie Jules Verne (Amiens), Université de Valenciennes, Université de Reims. D'autre part, Frédéric Dierick a également assuré la co-supervision de deux projets First Haute École financés par la Région wallonne : DYSKIMOT (n° 1610401), *Développement d'un système multitâches immersif et low-cost d'enregistrement et analyse de données cinématiques en vue de l'évaluation de dyskinésies motrices et de leur prise en charge thérapeutique* et TRACKTMS (n° 1510470), *Développement d'un environnement non-intrusif de mesures ergonomiques visant à la prévention de l'apparition de troubles musculo-squelettiques*. Ce dernier projet a fait l'objet d'une publication [**19**]. Un poster mettant à l'honneur le projet DYSKIMOT a été présenté ces 20 et 21 septembre 2019 à l'European Congress Manual Therapy à Anvers (fig. n°1). Les co-auteurs de ce poster proviennent du CeREF et de l'UCLouvain.



Figure n°1.
Poster présenté avec Renaud Hage à l'European Congress Manual Therapy en septembre 2019. Cliché personnel.

En ce qui concerne la formation continue au sein du paramédical, il a mis en place un Certificat de réadaptation en gériatrie (https://cermed.helha.be/colloques/?id=58) qui devrait démarrer en cette fin d'année 2019.

En juillet 2019, il a été membre externe du Jury de thèse d'Emmanuel Jacobs et soutenue à l'U Antwerpen. Il a également fait partie de trois comités d'encadrement de thèses à la Faculté des sciences de la motricité de l'Université catholique de Louvain. Les doctorants sont les suivants : Guillaume Meurisse, Renaud Hage et Franck Assogba.

Frédéric Dierick a également continué à étudier la marche humaine par des techniques d'analyse fractale. Une équipe de chercheurs composée d'Adèle Mae Luta (Eleda International), Mathieu Renson, Fabien Buisseret et lui-même a soumis cet été à la revue *PLoS One*, les résultats d'une étude ayant évalué les répercussions d'une tâche cognitive sur la durée des cycles de marche chez des natifs digitaux [**20**]. Une autre publication, basée sur les résultats obtenus par Charlotte Vandevoorde lors de son mémoire en kinésithérapie et ayant pour thématique l'étude par des techniques fractales de la variabilité de la durée du cycle de marche, est actuellement en cours de rédaction [**21**].

Parmi les projets interdisciplinaires mêlant compétences techniques et médicales, mentionnons le projet Fallaway visant à prédire le risque de chute de personnes âgées par analyse de leur cinématique de marche. Ce projet a été présenté en duo avec Laurent Jojczyk, enseignant-chercheur dans la catégorie technique de la HELHa, lors de la Journée des chercheurs de SynHERA le 22 novembre 2018.

Depuis l'année académique 2017-2018, Frédéric Dierick participe à une collaboration interdisciplinaire avec le Dr Nicolas Boulanger, du Service de physique de l'univers, champs et gravitation (UMONS), et le Prof. Olivier White (Université de Bourgogne Franche-Comté). Cette collaboration a pour ambition de développer de nouveaux modèles prédictifs des invariants dynamiques du mouvement humain en gravité modifiée. Une première série de résultats a été obtenue en analysant la réaction de sujets sains effectuant un mouvement rythmique du membre supérieur en gravité variable qui sont montés à bord d'une centrifugeuse [**22**]. Il est à noter que des développements mathématiques généraux sur cette thématique ont été publiés au début de l'année 2019 [**23**].

Sa collaboration entamée depuis de nombreuses années avec le Charleroi Airport et en particulier Christian Mostosi, médecin du travail, et Jean-François Stéphenne, conseiller en prévention, a permis de réaliser une première

version d'un article [24] détaillant les stratégies de manutention en position agenouillée des bagagistes en soute d'avion et la production d'un film vidéo sur cette thématique. Notons que deux chercheurs canadiens de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, André Plamondon et Denis Denys, sont associés à cette publication.

Finalement, deux mémoires d'étudiants en kinésithérapie ont fait l'objet de deux publications. L'une développe l'influence du port de chaussures avec des semelles courbées sur le mécanisme pendulaire de la marche [25] et l'autre les effets d'un entrainement intensif des muscles du périnée sur les changements morphologiques de ces derniers au moyen de clichés obtenus en imagerie par résonance magnétique [26]. Notons que ce travail a été réalisé en étroite collaboration avec le Dr Laurent Martin, radiologue au Grand hôpital de Charleroi.

Références

[1] Hage, R., Buisseret, F., Pitance, L., Brismée, J.-M, Detrembleur, C. & Dierick, F. (2019). Normative data of head-neck rotational movements using DidRen laser test indicate children and seniors' lower performance and modified velocity profile. *PLoS One*, 14(7), e0219515. doi: 10.1371/journal.pone.0219515

[2] Hage, R., Dierick, F., Roussel, N., Pitance, L. & Detrembleur, C. (2019). Age-related kinematic behavior on fast head-neck rotation target task in non-painful individuals aged from 8 to 85 years old. *PeerJ*. 10(7), e7095. doi: 10.7717/peerj.7095

[3] Hallur, S. S., Brismée, J.-M., Sizer, P. S., Dierick, F., Dewan, B., Thiry, P. & Sobczak, S. (in press). Three-dimensional spinal position with and without manual distraction load increases spinal height. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*.

[4] Thiry, P., Reumont, F., Brismée, J.-M. & Dierick, F. (2018). Short-term increase in discs' apparent diffusion is associated with pain and mobility improvements after spinal mobilization for low back pain. *Scientific Reports*, 8(1), 8281. doi: 10.1038/s41598-018-26697-7

[5] Hage, R., Lognoul, S., Simeoni, A., Fourré, A., Detrembleur, Ch., Dierick, F., Jojckzyk, L., Estievenart, W. & Buisseret F. (2019, September). *An ultra-low-cost inertial sensor is able to assess neck's kinematics in non- and slightly-disabled adults during the DidRen-laser test*. European Congress Manual Therapy "Manual Therapy: the future aHEAD - Cervico-cephalic complaints", Antwerp, BE.

[6] Buisseret, F., Vandevoorde, C. & Dierick, F. (2019, May) *Children walking: Learning predictibility and complexity*. 5e Journée scientifique du Pôle Hainuyer, Mons, BE.

[7] White, O., Abdeslam, S., Dierick, F., Boulanger, N. & Buisseret, F. (2018, July). *Arm movements in altered gravity violate the two-thirds power law: insights from fractal analyses*. Forum of Neuroscience, Berlin, DE.

[8] Boulanger, N., Dehouck, V., White, O., Dierick, F. & Buisseret, F. (2018, March). *Human motion in altered gravity: Still constrained by Mechanics*. Événement de maillage UMHAP Medical Research Centre, CHU Ambroise Paré, Mons, BE.

[9] Drusch, A. S., Hallur, S. S., Brismée, J.-M, Sizer, P. S., Dierick, F., Dewan, B. M., Thiry, P. & Sobczak S. (2019, March). *Three-dimensional spinal mobilization positions with and without manual distraction load enhance spinal growth*. 31st Annual Student Research Week, Texas Tech University, Health Sciences Center. Lubbock, TX, USA.

[10] Hage, R., Fourré, A., Demoulin, C., Dierick, F. & Pitance L. (2019, February). *Un outil d'apprentissage ludique pour améliorer le raisonnement clinique en kinésithérapie neuromusculo-squelettique : « Le jeu des 8 familles d'hypothèses »*. 7es Journées francophones de kinésithérapie : « Évaluer pour mieux traiter ». Montpellier, FR.

[11] Hallur, S. S., Brismée, J.-M, Sizer, P. S., Dierick, F., Dewan, B. M., Thiry, P. & Sobczak S. (2018, September). *Three-dimensional spinal mobilization positions with and without manual distraction load enhance spinal growth?* Endowed Lecture Series Meeting, Texas Tech University, Health Sciences Center, Lubbock, TX, USA.

[12] Dierick, F. & Jojczyk, L. (2018, November). *FALLawAy: FALLs and Aging*. Journée des chercheurs en Haute École, SynHera, Bruxelles, BE.

[13] Dierick, F. (2018, June). *History of a training video about baggage handling in the aircraft hold with an extendable roller track conveyor*. Annual Meeting of Centre for Registration of European Ergonomists (CREE), HELHa, Montignies-sur-Sambre, BE.

[14] Mostosi, C., Stéphenne J.-F., Romain, Ph. & Dierick, F. (2018, June). *Handling strategies in narrow-body cargo hold*. 35e Congrès national de médecine et santé au travail, Marseille, FR.

[15] Buisseret, F., Boulanger, N., Dierick, F. & White, O. (2018, April). *Adiabatic invariants for biological rhythmic movements in altered gravity*. General Scientific Meeting of the Belgian Physical Society, Université d'Anvers, BE.

[16] Mostosi, C., Stéphenne, J.-F, Romain, P. & Dierick, F. (2018, May). *A training video experience for handling in aircraft hold with an extendable roller track conveyor*. 32nd Triennial Congress of the International Commission on Occupational Health (ICOH), Dublin, IE.

[17] Mostosi, C., Stéphenne, J.-F., Romain, P. & Dierick, F. (2018). Stratégies de manutention en soute d'avion à fuselage étroit. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 79(3), 349.

[18] Dierick, F. (2018, March). *Inside the locomotor CPG*. Symposium Abterna, Louvain-la-Neuve, BE.

[19] Buisseret, F., Dierick, F., Hamzaoui, O., Jojczyk, L. (2018). Ergonomic risk assessment of developing musculoskeletal disorders in workers with the Microsoft Kinect: TRACK TMS. *IRBM*, 39(6), 436-439.

[20] Dierick, F., Buisseret, F., Renson, M. & Luta, A.M. (submitted). Digital Natives and Dual Task: Handling It But Not Immune Against Cognitive-Locomotor Interferences. *PloS One*. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/723775v1

[21] Dierick, F., Vandevoorde, C., White, O. & Buisseret, F. (in preparation). Interplay of aging and neurodegenerative disorders on walking stride interval variability.

[22] Boulanger, N., Buisseret, F., Dehouck, V., Dierick, F. & White O. (submitted). Adiabatic invariants drive rhythmic human motion in variable gravity. *Physical Review Letters*. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/674143v1

[23] Boulanger, N., Buisseret, F., Dierick, F. & White, O. (2019). Higher-derivative harmonic oscillators: stability of classical dynamics and adiabatic invariants. *European Physical Journal C*, 79, 60. https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-019-6569-y

[24] Mostosi, C., Stéphenne, J.-F., Romain, P., Denis, D., Plamondon, A. & Dierick, F. (in preparation). Handling strategies using an extendable roller track conveyor in the hold of a narrow-body aircraft and production of a training film.

[25] Dierick, F., Bouché, A.-F., Scohier, M., Guille, C., & Buisseret, F. (2018). Unstable footwear as a speed-dependent noise-based training gear to exercise inverted pendulum motion during walking. *Journal of Sports Sciences*, 36(24), 2818-2826.

[26] Dierick, F., Galtsova, E., Lauer, C., Buisseret, F., Bouché, A.-F. & Martin, L. (2018). Clinical and MRI changes of puborectalis and iliococcygeus after a short period of intensive pelvic floor muscles training with or without instrumentation. A prospective randomized controlled trial. *European Journal of Applied Physiology*, 118(8), 1661-1671. doi: 10.1007/s00421-018-3899-7

* * *

Durant l'année académique 2018-2019, M. **Nicolas Draye** a poursuivi, développé et publié ses recherches dans le domaine de l'ergonomie. Il a supervisé

la réalisation du poster *Troubles musculo-squelettiques des membres supérieurs chez les chirurgiens-dentistes* [**1**] de Simon Daboul, ancien étudiant en kinésithérapie, qu'ils ont coprésenté au Congrès de la Self en octobre 2018. Pendant la semaine de la santé chez GSK qui s'est déroulée du 22 au 26 octobre 2018, il a démontré son expertise dans le développement de la *motion capture*. Un atelier permettant de montrer l'enjeu des capteurs dans la prévention des troubles musculosquelettiques a été animé en collaboration avec le Cerisic par F. Buisseret, L. Jojjczk, F. Fievez et W. Estievenart. En effet, l'utilisation de cette technologie présente un intérêt majeur dans les nouveaux process industriels : elle entraîne la réduction en amont de la pénibilité au travail et montre un réel atout dans l'éducation gestuelle des travailleurs. Cette collaboration a permis au FFH d'acquérir du nouveau matériel (ex. : des casques de réalité virtuelle).

Dans le but de créer un réseau multidisciplinaire permettant d'échanger les connaissances scientifiques et les expériences de terrain, Nicolas Draye et Séverine Delneufcourt ont organisé, avec le concours de la Belgian Ergonomics Society, un séminaire (26/11/2018) sur l'emploi de la réalité virtuelle en ergonomie. Cette journée d'échange avec l'association Ergopicard a donné l'opportunité de visiter le laboratoire de l'Industrilab à Amiens (France). Les participants ont testé, dans une salle « 4 faces », l'immersion virtuelle. L'utilisation des logiciels leur a également permis de collaborer via des maquettes CAO virtuelle et d'interpréter l'étude fonctionnelle et ergonomique d'une situation de travail.

Le 29 novembre 2018, Nicolas Draye a exposé, avec Stéphanie Eggermont, le projet FrigO+ : *Développement d'une solution d'optimisation des opérations de déchargement des frigos en grande surface : manutention et trajets en rayon* lors de l'innovationpitch de Logistics in Wallonia. Ce projet émane d'une thématique de recherche menée pour la société Mestdagh. Intitulé *Étude de l'utilisation des isothermes au sein du groupe Mestdagh*, il sera prochainement présenté par un ancien étudiant en kinésithérapie, Marceau Canivet, lors de la journée des chercheurs en Haute école organisée par SynHERA. Ce projet a permis l'achat de nouveau matériel au profit du laboratoire d'ergonomie.

Le 1er mars 2019, dans le cadre d'une recherche européenne portant sur les *MSD prevention/risk assessment* menée par l'IOM (Institute of Occupational Medicine), Nicolas Draye a été invité à participer à une réunion de travail *The Belgian focus group for the EU OSHA* en tant qu'expert belge et membre de la BES.

À l'occasion du salon Worksafe de Namur, l'Arcop a organisé, le 29 novembre 2019, un colloque ayant pour thème *Se déplacer en toute sécurité*. Nicolas Draye y a présenté, en collaboration avec Marie Maréchal une ancienne étudiante, une étude réalisée par cette dernière et intitulée *Ergonomie et chaussures de sécurité* [**2**]. L'objectif était de rappeler aux conseillers en prévention l'importance de choisir une chaussure de sécurité adaptée aux pieds des travailleurs. En effet, la communauté scientifique a largement démontré que l'utilisation d'un bon équipement de protection individuel permet d'augmenter le confort, de diminuer la fatigue, et de réduire l'apparition de pathologie de l'appareil locomoteur.

Désireux d'approfondir ses connaissances scientifiques en ergonomie, cours qu'il dispense dans les sections d'ergothérapie et de kinésithérapie de la HELHa, Nicolas Draye a participé, le 22 mars 2019, à la journée nationale de la BES, avec 50 étudiants de dernière année en ergothérapie. La thématique examinée était *L'ergonomie et les robots collaboratifs (COBOTS)*. La robotique constitue en effet une nouvelle piste de solution dans les systèmes de suppléance mécanique. Ces nouveaux types de robots sont développés pour travailler plus étroitement avec l'opérateur. Du point de vue ergonomique, ces systèmes l'accompagnent et interagissent avec lui dans des situations particulières en termes de cadence de travail, d'effort à fournir, de postures statiques ou encore de protection face à des environnements dangereux ou à des facteurs d'ambiance physique pénibles. De même, le 23 avril 2019 à Namur, il a participé à un Workshop portant sur *Les problématiques d'éclairage des postes de travail industriels*, dont un des intervenants était Bertrand Deroisy, Deputy Head of Lighting Laboratory, Belgian Building Research Institute.

Afin de compléter ses acquis dans les compétences transversales requises dans le monde de la recherche scientifique, Nicolas Draye a suivi cinq journées de formation *Propulse* organisées par SynHERA. Il a ainsi renforcé ses compétences dans la rédaction et le montage de projets, la méthodologie de la recherche, la communication scientifique, la valorisation des résultats, la gestion des projets ainsi que la propriété intellectuelle.

Nicolas Draye a publié une étude préliminaire atypique destinée à améliorer le quotidien des musiciens professionnels de l'Orchestre Royal de Chambre de Wallonie qui, chaque année, accompagnent les demi-finales du concours musical international Reine Élisabeth de Belgique [**3**]. En 2020, les résultats seront présentés lors du 4e Congrès francophone des TMS qui se tiendra à Hammamet (Tunisie), en Afrique francophone où la prévention des TMS est

en plein essor. Il a également été choisi pour former le comité scientifique ayant pour thématique *Les TMS et le travail sédentaire*.

Enfin, Nicolas Draye participera prochainement, avec M. Scohier, au 11e Congrès de médecine du sport (EFSMA). Ils y présenteront un poster intitulé *Changes in self-selected and optimal Step frequency among habitually minimalist shod runners* et réalisé par M. Scohier, B. Letroye, L. Kerbaul et N. Draye.

Références

[1] Daboul, S., & Draye, N. (2018). *Troubles musculo-squelettiques des membres supérieurs chez les chirurgiens-dentistes* [communication affichée]. 52e congrès de la Société d'ergonomie de la langue française, 3-5 octobre 2018.

[2] Draye, N., & Maréchal, M. (2018). *Ergonomie et chaussures de sécurité* [communication orale]. Colloque de l'ARCoP, 29 novembre 2018.

[3] Draye, N. (2018). ORCW-Health : et si nous parlions un peu de la santé des musiciens ? *Revue des Questions Scientifiques*, 189(5), 35-42.

* * *

M. **Benjamin Letroye** a assisté à une conférence traitant des effets de la course à pied sur l'articulation du genou intitulée « La course à pied use-t-elle vraiment vos genoux ? » et organisée le 10 septembre 2018 par la Clinique du coureur au sein des bâtiments de la HELHa à Montignies-sur-Sambre. Fin novembre 2018, afin de parfaire ses connaissances sur les avancées scientifiques dans le domaine de la course à pied, il a également assisté aux deux exposés présentés par le PhD Mikaël Scohier.

En lien direct avec sa thèse de doctorat, Benjamin Letroye a participé au séminaire du Dr Yuri Ivanenko : *Muscle Coordination in human locomotion* qui s'est déroulé le 12 février 2019 à l'Université catholique de Louvain-la-Neuve (UCL). Le lendemain, il a été convié à suivre un mini symposium sur la neuro-mécanique de la posture et de la locomotion. Les différents exposés ont été successivement présentés par le Prof. Dirk De Clercq (*Keep on running*), le Prof. Ilse Jonkers (*Human movement modelling taking motion capture-based insights in neuromechanics of locomotion to a next era?*), le Dr. Yuri Ivanenko (*Spinal locomotor output in children with cerebral palsy*), le Prof. Guy Cheron (*Time slicing EEG generators during real-world tightrope walking*) et le Prof. Bénédicte Schepens (*Effect of the environment on the motor control of landing from a jump*). Ce mini symposium s'est clôturé par la soutenance publique du

doctorant Arthur Dewolf (*Neuromechanics of human walking and running on a slope*).

Toujours en lien avec l'activité physique, un entretien a été planifié le 3 avril 2019 avec deux représentants du Centre sport-santé de Charleroi (CSS) afin de travailler sur un projet d'accompagnement sportif. Ce projet implique la mise en place d'une série de tests permettant l'évaluation de la condition physique ainsi que celle des paramètres biomécaniques lors de la course à pied. Une étroite collaboration entre le CSS et le laboratoire Forme et Fonctionnement Humain (FFH) semble donc se profiler.

Finalement, dans le courant du mois de mai 2019, Benjamin Letroye a décidé d'arrêter sa thèse de doctorat pour se consacrer pleinement au métier d'enseignant.

* * *

Pour M. **Mikaël Scohier**, l'année académique 2018-2019 a été marquée par de nombreux projets dans le domaine de la course à pied, avec une orientation particulière vers les techniques d'entrainement et la prévention des blessures. Sous sa supervision, Isabelle Voogd a ainsi réalisé une enquête destinée à recenser les habitudes d'entrainement et les pathologies rencontrées en fonction de l'indice minimaliste d'une chaussure de course à pied. C'est en tant que conférencier invité lors du salon Soin et santé à Namur Expo que Mikaël Scohier a eu l'opportunité, le 8 février 2019, de présenter les résultats de cette enquête complétés par les dernières *evidence-based practice* en prévention des blessures en course à pied. C'est avec cette même volonté de transmettre les recommandations les plus récentes qu'il a accepté de rédiger un article de vulgarisation pour Belgium Running sur la prévention des blessures en course à pied [**1**]. Un autre projet ayant permis de définir les fréquences de pas spontanée et optimale de coureurs minimalistes aboutira à une diffusion plus large des résultats en 2019-2020, puisqu'une proposition de résumé a été soumise et acceptée par la *European Federation of Sports Medicine Associations* pour le 11e *European Congress of Sports Medicine* qui se déroulera en octobre 2019 en Slovénie.

Dans la continuité de ce qu'il avait déjà fait en 2017-2018, Mikaël Scohier a continué à proposer à plusieurs reprises des conférences tout public : *Courir léger* le 12 novembre 2018 à Montignies-sur-Sambre et le 3 avril 2019 à Namur ; *Courir réfléchi* le 29 novembre 2018 à Montignies-sur-Sambre. Elles étaient destinées à permettre une meilleure prise en charge du coureur dans une optique d'optimisation de la performance et de prévention des blessures.

Afin d'enrichir ses connaissances scientifiques en course à pied, Mikaël Scohier a organisé une conférence, intitulée *La course à pied use-t-elle vraiment vos genoux ?*, sur le site de la HELHa à Montignies-sur-Sambre le 10 septembre 2018. L'orateur de celle-ci, le Dr Jean-François Esculier, est chercheur à l'Université d'Ottawa et membre de la Clinique du coureur. Dans un rôle plus passif, il a assisté le 7 février à Louvain-la-Neuve à la conférence *Coureur terrien/aérien et prévention des blessures* de Cyril Gindre, expert renommé en course à pied et fondateur de Volodalen. Il a également participé à une soirée-conférence animée par le traileur français François D'Haene qui s'est tenue à Namur le 6 février 2019.

Notons enfin deux publications. La première est un compte rendu. Profitant de ses connaissances liées à son enseignement de la physiologie de l'exercice, Mikaël Scohier a publié une critique d'un ouvrage de Vassilis Klissouras intitulé *Les bases de la physiologie du sport* [**2**]. La seconde est le fruit d'une étude dirigée en 2017, en collaboration avec Matthieu Voisin, qui avait pour objectif de tester l'efficacité d'un programme d'entrainement pliométrique réalisé avec chaussures sans talon sur l'agilité et le saut vertical. Cette étude a abouti, en 2019, à une publication dans la revue *International Journal of Exercise Science* [**3**].

Références

[1] Scohier, M. (2019). La blessure n'est pas une fatalité. *DH les sports Guide running 2019*, 22-25.

[2] Scohier, M. (2019). Compte rendu de V. Klissouras : « Les bases de la physiologie du sport. 64 concepts clés ». *Revue des Questions Scientifiques*, 190 (1-2), 248-249.

[3] Voisin, M. P. J., Scohier, M. (2019). Effect of an 8-week plyometric training program with raised forefoot platforms on agility and vertical jump performance. *International Journal of Exercise Science*, 12(6), 491-504.

* * *

M. **Jean-François Stoffel** a édité, avec le Prof. François Roudaut (Université Paul-Valéry - Montpellier 3), les actes de la journée d'étude qu'ils avaient tous les deux organisés en 2015 à Montpellier, en y ajoutant un certain nombre de contributions supplémentaires. Intitulé *Le Soleil à la Renaissance et à l'âge classique*, ce volume international de 264 pages constitue un numéro spécial de la *Revue des Questions Scientifiques* [**1**]. Il comporte les contributions de Michel Blay (C.N.R.S.), Jean Céard (Université de Paris-Ouest-Nanterre-La

Défense), Édouard Mehl (Université de Lille), Viviane Mellinghoff-Bourgerie † (Ruhr-Universität Bochum), Daniel Ménager (Université Paris-Nanterre), Tomáš Nejeschleba (Palacky University), François Roudaut (Université Paul-Valéry - Montpellier III), Jean Seidengart (Université Paris Ouest-Nanterre) et Daniel Špelda (Institute of Philosophy of the Czech Academy of Sciences). Analysant la phrase la moins étudiée du passage le plus célèbre du *De Revolutionibus* de Copernic, à savoir celle qui recourt à l'argument de convenance selon lequel il convient de placer au centre de la pièce, et non dans un de ses coins, le flambeau destiné à l'éclairer, Jean-François Stoffel a lui-même apporté sa contribution à ce volume [**2**]. Notons au passage qu'il a dédié cette contribution à Jean-Lambert Charlier †, son ancien directeur de ce qui était alors la Haute école Charleroi-Europe. Signalons également qu'il a, très modestement, contribué à un article de vulgarisation sur les fractales et leur intérêt pour l'étude de la marche [**3**].

Conformément à ses thèmes de recherche habituels, il a publié un compte rendu sur une réédition de la traduction koyréenne d'une partie du livre I du *De Revolutionibus* [**4**], un autre sur un curieux texte, resté inédit, se proposant d'établir une « physique chrétienne » en plein siècle des Lumières [**5**] et enfin, sans doute de manière plus inattendue — sauf pour ceux qui se souviennent qu'il enseigne à des kinésithérapeutes pour lesquels le toucher est important —, un troisième sur les cinq sens dans la liturgie et l'art du Moyen Âge [**6**].

Au cours de l'année académique écoulée, il a également préparé, avec le Prof. Jan Govaerts (UCL), l'édition bilingue d'un manuscrit de Georges Lemaître consacré à la théorie d'Einstein, soit un livre à paraître chez Springer [7] ; rédigé, à l'occasion du premier cinquantenaire de la mort d'Alexandre Koyré, une analyse critique, acceptée pour publication, de quatre livres récents consacrés à cet auteur [**8**] ; et enfin soumis pour publication un article reprenant à nouveaux frais l'examen de la thèse sur l'origine chrétienne de la science moderne publiée en 1964 par Alexandre Kojève [**9**]. Notons enfin que le volume collectif qu'il a édité en 2017 avec la collaboration de Souad Ben Alia (Université de Tunis) sous le titre *Pierre Duhem, cent ans plus tard (1916-2016)* a donné lieu à deux analyses critiques, l'une en anglais [**10**], l'autre en polonais [**11**].

Professeur à la Faculté de théologie de la Compagnie de Jésus à Bruxelles, plus connue sous l'intitulé d'Institut d'études Théologiques (IET), Jean-François Stoffel y a assuré les cours suivants : *Histoire de la philosophie : Antiquité* (30 h.), *Histoire de la philosophie : époque médiévale* (30 h.) et enfin *Cosmologie* (30 h.). Le 21 décembre 2018, il a présenté les principales conclusions de son article *« Comme la chair rôtie à la broche... » : heurs et malheurs d'un célèbre*

argument de convenance en faveur du mouvement de rotation diurne de la Terre et posant la question de la finalité du monde (XIVe-XIXe siècles), précédemment publié dans la *Revue des Questions Scientifiques*, lors d'un exposé s'insérant dans le cadre du séminaire d'histoire des sciences de l'Université catholique de Louvain intitulé, cette année, *Théorisation et expérience* [**12**]. À l'occasion de l'année de la chimie et à l'invitation de Pascal Gondre, il a donné une conférence, au Collège Stanislas (Paris) le 15 février 2019, sur la conception que Pierre Duhem se faisait de la chimie et de son histoire [**13**].

En tant qu'enseignant de la section de kinésithérapie, Jean-François Stoffel a supervisé le mémoire de Delphine Lobet intitulé *Le charlatanisme des uns fait la science des autres et vice-versa : à la recherche de la frontière entre science et non-science*. Ayant obtenu, *ex aequo*, le prix du meilleur mémoire bibliographique 2019, un extrait de ce travail sera publié dans la *Revue des Questions Scientifiques*. Rédacteur en chef de ladite *Revue*, il a continué à assurer sa publication et à gérer son site internet (www.rqs.be).

Références

[1] Roudaut, F., & Stoffel, J. F. (2018). Le Soleil à la Renaissance et à l'âge classique : actes, enrichis de contributions supplémentaires, de la journée d'études tenue à l'Université Paul-Valéry - Montpellier 3 (20 novembre 2015). *Revue des Questions Scientifiques*, 189(4), 367-630.

[2] Stoffel, J. F. (2018). « Qui choisirait de poser ce flambeau dans un lieu autre ou meilleur que celui d'où il peut illuminer le tout simultanément ? » : examen de la pertinence d'un argument copernicien de convenance. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(4), 409-458.

[3] Buisseret, F., Dierick, F., & Stoffel, J. F. (2018), Des fractales à la marche… il n'y a qu'un pas ! *Revue des Questions Scientifiques*, 189(5), 25-33.

[4] Stoffel, J. F. (2019). Compte rendu de M. Blay : « Relire "Des révolutions des orbes célestes" de Nicolas Copernic ». *Revue des questions scientifiques*, 190(1-2), 207-209.

[5] Stoffel, J. F. (2018). Compte rendu de D. Cantemir : « L'image infigurable de la science sacro-sainte ». *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 348-349.

[6] Stoffel, J. F. (2018). Compte rendu de E. Palazzo : « L'invention chrétienne des cinq sens dans la liturgie et l'art au Moyen Âge ». *Nouvelle revue théologique*, 140(2), 331.

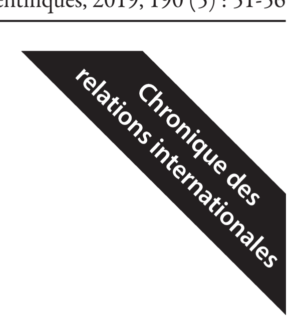
[7] Govaerts, J., & Stoffel, J. F. (Eds) (2020). *Learning the Physics of Einstein with Georges Lemaître: Before the Big Bang Theory*. Chalm : Springer International Publishing. Sous presses.

[8] Stoffel, J. F. (s.d.). Alexander Koyré, Fifty Years after his Death: Regarding Four Recent Publications. *Pro-Fil : An Internet Journal of Philosophy*. Sous presses.
[9] Stoffel, J. F. (s.d.). L'origine chrétienne de la science moderne : retour sur la thèse d'Alexandre Kojève à l'occasion de sa réactualisation par Michel Blay. Soumis pour publication.
[10] Iommi Amunátegui, G. (2018). Pierre Duhem, a Hundred Years Later. *Transversal : International Journal for the Historiography of Science*, 2018 (5), 204-206.
[11] Szlachcic, K. (2018). Żywa obecność filozoficznych idei Pierre'a Duhema. *Studia Philosophica Wratislaviensia*, 13(4), 125-130.
[12] Stoffel, J. F. (2018). *« Comme la chair rôtie à la broche » ou quand les astronomes, à défaut de pouvoir expérimenter dans les cieux, se mettent à théoriser à partir d'expériences menées en cuisine (XIVe-XIXe siècles)* [communication orale]. Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain, Centre de recherche en histoire des sciences, 21/12/2018.
[13] Stoffel, J. F. (2019). *La chimie vue à travers la lorgnette d'un physicien-mathématicien : Pierre Duhem* [communication orale]. Paris, Collège Stanislas, 15 février 2019.

* * *

Mme **Florence Terrier** a présenté, avec Mmes M. Fréchet et M. Perrin, la communication intitulée *Et quand le handicap s'installe… Quel est le projet de vie ? Domicile ou maison de retraite ?* lors du Symposium *Avancée en âge et troubles visuels : pour y voir clair tous ensemble !* qui s'est tenu à Mons le 13 octobre 2018 et qui était organisé par l'Œuvre fédérale les Amis des aveugles et malvoyants et l'UMons. Elle a également participé à la 12e journée des personnes extraordinaires à Charleroi, le 10 mai 2019, et a présenté, à l'occasion de la matinée de réflexion, la communication intitulée *Le projet de vie des personnes âgées déficientes visuelles : comment les accompagner en ergothérapie ?* Elle est également co-auteur, avec Mme Gwendoline Terrana, du compte rendu d'un livre consacré modèles conceptuels en ergothérapie [**1**]. Elle est enfin lectrice et correctrice pour le *Recueil Annuel belge francophone d'Ergothérapie.*

[1] Terrana, G., & Terrier, F. (2019). Compte rendu de Marie-Chantal Morel-Bracq (sous la direction de) : « Les modèles conceptuels en ergothérapie : introduction aux concepts fondamentaux ». *Revue des Questions Scientifiques*, 190(1-2), 249-250.



Chronique des relations internationales pour l'année académique 2018-2019[1]

Ergothérapie & kinésithérapie

Responsable : Sylvie Mairlot

1. Nouvelles conventions de partenariat de la HELHa avec l'international

P. Flament (coordinateur de la section de kinésithérapie), S. Mairlot (coordinatrice locale des relations internationales) et C. Goethals (BI HELHa) ont eu l'opportunité de visiter l'Universidad San Jorge – Groupo Sanvalero de Saragosse (Espagne) et d'établir une convention de partenariat Erasmus pour le département de kinésithérapie permettant : 1°) des échanges Erasmus académiques et stages (2 étudiantes : Manon Nicolas et Gwenola Frénéat réalisent un Erasmus académique au Q1 pour l'année 2019-2020) ; 2°) des échanges et projets en termes professoraux ; 3°) des échanges dans les services de recherches (communication à ce jour des projets en cours de part et d'autre).

Une convention de partenariat Erasmus a également été établie avec l'Association IFPEK de Rennes (France) pour le département d'ergothérapie permettant : 1°) des échanges étudiants ; 2°) des échanges et projets en termes professoraux ; 3°) des échanges pour des projets de recherches.

1. La chronique des relations internationales et celle du personnel se voulant complémentaires, nous ne reprenons pas ici, sauf cas exceptionnel, les informations déjà données dans l'autre chronique.

Enfin, une convention de partenariat Erasmus est en cours d'élaboration avec l'Université des Trois Rivières (Canada) pour le département de kinésithérapie.

2. Participation au « Hack'Apprendre international – UCL »

Sylvie Mairlot, coordinatrice locale des relations internationales du département paramédical, a participé à l'atelier de réflexion du 26 février 2019, mis en place dans le cadre de l'année thématique Louvainternational 2018-2019. Le comité de pilotage de l'année a imaginé l'UCLouvain internationale de demain sous la forme d'un évènement Hack'Apprendre.

Étudiant ou membre du personnel scientifique, administratif ou académique, pouvaient se joindre à la réflexion. Utopistes, farfelues ou réalistes, toutes les idées étaient bonnes pour autant qu'elles suscitaient l'envie de s'en emparer et de les transformer.

Cette formule innovante, à mi-chemin entre un laboratoire d'exploration d'idées et un incubateur de projets collectifs, a été l'occasion de définir « l'université ouverte dans un monde global » que nous voulons pour les prochaines années.

Que signifie pour « une université/haute école ouverte sur le monde » ? Quelles sont ses caractéristiques internationales ? Comment articuler le global et le local ? Quelles formes prendront les futurs partenariats, réseaux et alliances d'universités/HE ? Quelles formes prendront la mobilité étudiante et la mobilité du personnel ? Quel sera l'impact des différentes cultures dans l'approche scientifique ? Comment penser l'accueil et l'intégration des nouveaux étudiants et collègues internationaux ? Autant de questions qui ont suscité des idées pour l'avenir.

3. Laboratoire Forme & Fonctionnement Humain (FFH)

3.1. Collaboration avec l'Université de Dijon, l'Université de Bourgogne et University of East Anglia

Cette collaboration a déjà abouti à une publication : N. Boulanger, F. Buisseret, F. Dierick, & O. White, Higher-derivative harmonic oscillators:

stability of classical dynamics and adiabatic invariants, *EPJC* 79, 60 (2018) arXiv:1811.07733.

Un second article a été également soumis : N. Boulanger, F. Buisseret, V. Dehouck, F. Dierick, O. White, *Adiabatic invariants drive rhythmic human motion in variable gravity*. https://www.biorxiv.org/content/10.1101/674143v1

Enfin, un doctorant va effectuer une thèse à l'Université de Dijon pour travailler avec l'équipe du FFH, sur la thématique du chaos et de la variabilité optimale dans le mouvement volontaire humain.

4. Section d'ergothérapie

4.1. Formation aux fondements de l'ergothérapie (HELHa – ISPITS Rabat)

Dans le cadre du partenariat entre la HELHa et l'ISPITS de Rabat, 4 enseignantes, Sophie Gigounon, Émilie Brasset, Valérie Goube et Cécile Leroy, se sont rendues à Rabat pour dispenser divers cours à des périodes allant d'octobre2018 à mars 2019.

Sophie Gigounon a eu l'occasion de dispenser les fondements de l'ergothérapie aux encadrants de stage pour qu'ils soient à même d'accueillir les futurs stagiaires.

Émilie Brasset a abordé l'ergothérapie en neurologie. Valérie Goube a abordé les questions d'environnement. Enfin, Cécile Leroy leur a dispensé les modèles appliqués à la pratique de l'ergothérapie.

4.2. Renforcement des capacités en ergothérapie dans la région des Grands Lacs (Bujumbura, Burundi, 19 mai - 2 juin 2019)

Claire Martin et Cécile Leroy, enseignantes en ergothérapie à la HELHa, sont parties pour une mission de 2 semaines avec Médecins Sans Vacances (MSV) à Bujumbura. MSV est une ONG belge ayant pour mission de renforcer les compétences des acteurs de la santé en Afrique Sub-Saharienne. Ils atteignent cet objectif en effectuant des missions de formations pratiques. Tous leurs programmes de renforcement émanent d'une demande du terrain.

Il y a une dizaine d'années, en partenariat avec Fracarita, des kinésithérapeutes et des infirmiers en santé mentale ont été formés à la pratique en ergo-

thérapie. MSV souhaitait faire l'état des lieux des connaissances et poursuivre un plan de formation basé sur les standards internationaux en ergothérapie. Cette mission de formation s'est déroulée sur deux semaines à Bujumbura, Burundi. Les objectifs généraux étaient les suivants : comprendre les fondements de la profession ; se familiariser avec le recueil d'information (personne-occupation-environnement) sur base de la classification internationale du fonctionnement et du handicap (CIF) et enfin comprendre le potentiel thérapeutique d'une activité et la mettre en rapport avec les objectifs d'un patient. 17 personnes venues de la République Démocratique du Congo, du Rwanda et du Burundi ont été formées. Leurs domaines d'activités étant essentiellement la pédiatrie et la psychiatrie.

La formation s'est déroulée en deux temps : 1°) une semaine de théorie sur l'historique, les fondements de l'ergothérapie, le recueil d'information sur base de la CIF et analyse d'activité ; 2°) une semaine de pratique où nous étions répartis dans 2 centres (Centre neuropsychiatrique CNPK de Bujumbura [psychiatrie] et le Centre Akamuri [pédiatrie]) où nous avons pu mettre en pratique les concepts vus en semaine théorique.

Il est question que cette formation continue, mais l'aval de la Fédération internationale des ergothérapeutes (WFOT) est attendue afin de faire reconnaître le statut des personnes qui pourraient suivre l'ensemble des différentes formations.

5. Section de kinésithérapie

Carlyne Arnould et Camille Barreau (ancienne étudiante sortie en juin 2018) ont toutes les deux participé aux 7e Journées Francophones de Kinésithérapie intitulées « Évaluer pour mieux traiter » et organisées par la Société Française de Physiothérapie les 14-16 février 2019 à Montpellier. Carlyne Arnould a présenté les résultats du mémoire d'une ancienne étudiante, Élise Livert, sur le développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant les capacités visuo-spatiales et constructives d'enfants souffrant de dyspraxie âgés de 5 à 12 ans. Camille Barreau a également présenté oralement les résultats de son mémoire portant sur le développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans. Les deux communications orales ont été publiées dans *Kinésithérapie la Revue*.

6. Contacts nationaux et internationaux

Cette section reprend les contacts nationaux et internationaux au niveau du département paramédical (kinésithérapie & ergothérapie) noués à travers des collaborations au niveau du FFH, des colloques et congrès divers auxquels les enseignants du Département paramédical de la HELHa ont assisté ou participé.

Des contacts ont été pris, durant toute l'année académique 2018-2019, avec divers instituts et organismes de divers pays :

- Belgique : UMons, HENALLUX, UCL.
- France : Université de Dijon, Université de Bourgogne, AKTL Strasbourg et Paris, École de l'abdomen à Beaune, Montpellier, Alister Mulhouse, Rennes.
- Espagne : Universidad San Jorge de Saragoza, Universidad de Grenada, Université de Gimbernat Suisse : Haute école de santé HESA du Vaud, Sierre, Lausanne, Genève.
- Maroc : l'ISPITS à Rabat, HEPS à Marrakech.
- Royaume-Uni : University of East Anglia.
- Roumanie : Bucarest.
- Burundi : Bujumbura.
- Canada : Université de Laval, Université de Sherbrooke, Université des Trois Rivières.

7. Internationalisation des étudiants HELHa

7.1. Stages internationaux de kinésithérapie

Magali Collet est partie réaliser un stage de 13 semaines en Erasmus+ à Dortmund (Allemagne) pour une période allant de janvier à avril 2019. Son stage au Borussia de Dortmund lui a permis de suivre et de traiter des footballeuses élites de 12 à 25 ans. Elle a réalisé un stage d'un mois avec les U12 à U16, d'un mois avec les U17, et enfin d'un autre mois avec les U23 (équipe B). Elle travaillait souvent de 14 h à 20 h, car les joueurs avaient école le matin.

Elle a pu réaliser des tapings, des massages, du lympho-drainage, de la thérapie manuelle… Ce stage lui a permis d'accompagner les joueurs pendant leur revalidation (blessés), pendant l'entrainement et lors des matchs. Il ressort de ce stage l'apprentissage d'une langue (l'allemand), de nouvelles compétences professionnelles en kiné, un plus sur le CV, une ouverture d'esprit et la découverte d'une nouvelle culture.

Julia Boquel est partie avec une bourse de l'ARES durant les mois de janvier et février 2019 à Phnom Penh (Cambodge). Ce stage a débouché sur un mémoire relatant son expérience vécue sur place et l'avenir de la kinésithérapie dans un tel pays. Il lui a notamment permis de découvrir les différences de prise en charge et de traitement kinésithérapeutique entre la Belgique et le Cambodge ; d'apprendre la prise en charge des patients Cambodgiens avec leur rapport très différent à la douleur, et d'observer la place des autres professionnels de la santé (infirmiers, médecins, sage-femme…) dans la société du Sud-Est asiatique.

Notons également que onze étudiants ont réalisé divers stages en France, certains étant liés à leur mémoire.

7.2. Stages internationaux d'ergothérapie

Célie Cambier est partie avec une bourse de l'ARES de février à mai 2019 à Agadir au Maroc. Elle a effectué son stage au sein de l'Association de l'enfance handicapée.

Camille Louault est partie, quant à elle, avec une bourse Erasmus FAME de février à mai 2019 à Rabat au Maroc. Elle a effectué son stage au sein de l'Association Marocaine de Soutien et d'Aide aux personnes Trisomiques.

Les deux étudiantes sont parties avec le même projet de TFE et dans le but d'instaurer le modèle Canadien de rendement et d'engagement occupationnel auprès d'enfants de 5 à 12 ans.

Enfin, 8 étudiants ont réalisé divers stages en France et 1 en Suisse. Certains de ces stages étaient liés à leur mémoire.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 57-61



Liste des travaux de fin d'études présentés en agronomie au cours de l'année académique 2018-2019[1]

Responsables : Jonathan Scauflaire & Carla Carrasco Leroy

1. Orientation agro-industries et biotechnologies

Agag (Nawal), *Évaluation de méthodes pour la détection d'organismes génétiquement modifiés* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Jonathan Scauflaire. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 77 p.

Balau (Marie), *Étude « ex vivo » des effets de la mélatonine et du cortisol sur le système immunitaire du sandre « Sander lucioperca »* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Fabienne Barbason. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 65 p.

Demer (Rémy), *Étude des voies de sénescence induites lors de la sous-expression de UGT72A2 chez le peuplier* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Jenny Pouyez. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 64 p.

Genco (Alexia), *Expérimentation de techniques intégrées de gestion et de restauration de la fertilité des sols au Sénégal* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Anne Tetelain. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 79 p.

1. Cette liste ne renseigne que les mémoires ayant obtenus, au minimum, 14/20.

Goormans (Marie), *Suivi et quantification de l'inoculum aérien de « Phytophthora infestans » à l'aide de capteurs de spores* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Olivier Janssens. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 62 p.

Kaze (Chalmene), *Arsenic effect on plant growth promoting properties of arsenic resistant bacteria* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Mathieu Storme. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 65 p.

Parisi (Alessandra), *Amélioration des flux entrant et sortant de la zone de tranchage afin d'éviter les contaminations croisées par « Listeria monocytogenes »* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Myriam Kockerols. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 54 p.

Raskin (Maurine), *Potentiel d'utilisation de drêche, de fibre de coco et d'écorce de cacao comme substrat pour la culture de champignons saprophytes destinés à l'alimentation* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Gaëtane Maernoudt. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 69 p.

Sanna (Romain), *Optimisation de protocoles d'extraction protéique de farines d'insectes dans le cadre du développement d'analyses en spectrométrie de masse* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Valérie Norberg. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 75 p.

Sion (Baptiste), *Adaptation du système HACCP de la brasserie La Binchoise à son nouveau site de production* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Olivier Janssens. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 55 p.

Standaert (Henri), *Preliminary study on the induction by MSB of the natural defenses in tomato plants against abiotic and biotic stresses* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Jonathan Scauflaire. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 60 p.

Stiens (Bryan), *Screening et caractérisation de virus de « Fusarium » spp.* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Jonathan Scauflaire. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 55 p.

Tevel (Alix), *Étude des mécanismes de l'élicitation par des oligossacharides chez les cucurbitacées* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Anne Tetelain. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 85 p.

Wagner (Benjamin), *Optimisation et mise en place de méthodes de caractérisation génétique d'« Apis mellifera » (Abeille mellifère)* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie ; promoteur : Jonathan Scauflaire. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 54 p.

2. Orientation technologie animalière

Barbieux (Robin), *L'Alligator mississippiensis : mise en place d'un training sur deux sujets juvéniles* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Carla Carrasco Leroy. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Chantrenne (Estelle), *Pic à dos blanc : management et rénovation des volières dans le cadre du projet de réintroduction de l'espèce en Suède* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Anthony Kohler. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Colemonts (Noémie), *Élaboration d'un plan nutritionnel en parc zoologique et analyse de 3 cas particuliers* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Goulven Rigaux. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Dardenne (Maryse), *Le maintien en captivité des « Chamaeleonidae » : exemple pour « Furcifer pardalis », « Chamaeleo calyptratus » et « Trioceros jacksonii »* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : François Colin. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Delaunay (Eléa), *Étude du réseau social chez un groupe d'atèles à tête noire (Ateles chamek) en captivité à des fins de gestion de reproduction et de bien-être* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Céline Devos. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Descamps (Manon), *Assistanat canin au sein d'une profession : comparaison entre deux corps de métiers* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Carla Carrasco Leroy. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Gagliano (Thomas), *L'aspect comportemental lors de l'introduction d'un chien au sein d'un foyer familial* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Laetitia Giordano. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Hien (Lucas), *Le bison d'Europe (« Bison bonasus »), suivi du projet de réintroduction de l'espèce* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Anthony Kohler. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Lheureux (Chloé), *Étude comportementale d'un groupe de Makis cattas (« Lemur catta ») en captivité avant et pendant la mise en place d'enrichissements* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Carla Carrasco Leroy. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Mannino (Raphaël), *La conservation du Kiwi de Mantell (« Apteryx mantelli ») au Kiwi Birdlife Park* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : François Colin. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Merlin (Lucas), *EAZA Best Practice Guidelines : Pink Pigeon (« Nesoenas mayeri »)* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Carla Carrasco Leroy. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Rutten (Justine), *L'alimentation du cheval : analyse de rations et suggestions d'adaptation* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Evelyne Collard. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Santkin (Clara), *Écologie alimentaire pendant la période de nidification d'un couple de Faucons pèlerins nichant en milieu urbain* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Gaëtane Maernoudt. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Van Ecke (Laura), *Réinsertion des furets abandonnés en refuge et élaboration d'une brochure à destination des futurs adoptants* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Christine Denorme. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Van Isterdael (Brune), *Le chien médiateur : son itinéraire social, éducatif et sa finalité* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Evelyne Collard. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Van Winghe (Wendy), *Pathologies de l'appareil génital de la chienne : rôle de l'ASV dans la gestion des urgences* / travail de fin d'études de bachelier en agro-

nomie orientation technologie animalière ; promoteur : Evelyne Collard. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.

Woskowiak (Estelle), *Prise en charge du phoque gris (« Halichoerus grypus ») et du phoque veau-marin (« Phoca vitulina ») lors d'un échouage* / travail de fin d'études de bachelier en agronomie orientation technologie animalière ; promoteur : Laetitia Giordano. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019.



Liste des travaux de fin d'étude présentés en ergothérapie au cours de l'année académique 2018-2019[1]

Responsable : Émilie Brasset

Bolle (Émeline), *Comment rendre visible un handicap qui ne se voit pas ? Démystifions la dyspraxie auprès des instituteurs primaires* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Florence Terrier. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 89 p.

Bestagno (Elena), *Efficacité de l'intervention centrée sur l'acquisition des compétences liées au jeu chez les enfants présentant un trouble du spectre autistique et son impact sur la participation sociale : une revue de la littérature* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Bruno Plumat. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 50 + xxx p.

Boucher (Mylène), *L'instauration d'un temps de loisir en famille pour améliorer les relations intrafamiliales d'un adolescent hospitalisé en pédopsychiatrie : l'utilisation du jeu Feelinks* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Sophie Gigounon. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 99 p.

Lancon-Vinti (Alexia), *L'engagement occupationnel de personnes ayant subi une amputation du membre inférieur : impact de l'outil MCRO dans un Centre de rééducation et de réadaptation fonctionnelle français* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Valérie Goube ; co-promoteur : Sophie Gosset. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 63 + xxii p.

1. Cette liste ne renseigne que les mémoires ayant obtenus, au minimum, 14/20.

Messina (Allyson) & Minella (Mélanie), *L'ergothérapie communautaire au bénéfice de la population en situation de précarité et sans-abri* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Anaïs Al Haffar. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 110 p.

Vitalbo (Ophélie), *La MHAVIE 4.0 est-elle un outil pertinent pour maintenir l'autonomie au domicile des personnes atteintes du syndrome d'Ehlers-Danlos ?* / travail de fin d'études de bachelier en ergothérapie ; promoteur : Bernard Petit. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 87 p.



Liste des travaux de fin d'études présentés en technologue de laboratoire médical au cours de l'année académique 2018-2019[1]

Responsable : Gaël Gilbert

Benini (Gaëlle), *Le Shallow Sequencing comme alternative à la technique de CGH dans le cadre du diagnostic prénatal* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Sonia Rombut ; co-promoteur : Gaëtane Maernoudt. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 58 p.

Bombecke (Corentin), *Évaluation des performances du MBT STAR-Carba IVD Kit pour la détection de l'activité des carbapénèmases chez les entérobactéries et les non-fermentants* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Te-Din Hunag ; co-promoteur : Nicolas Kesteman. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 65 p.

Cariaux (Lucie), *La procalcitonine, marqueur incontournable en 2019 ? Le point de vue d'un hôpital périphérique* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Patrick Vankerkhoven ; co-promoteur : Luc Blockx. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 43 p.

Defrene (Laura), *Étude de la stabilité physique et chimique d'un mélange composé de morphine, kétamine et lorazépam utilisé en soins palliatifs* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur :

1. Cette liste ne renseigne que les mémoires ayant obtenus, au minimum, 15/20.

Laurence Galanti ; co-promoteur : Luc Blockx. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 48 p.

Dupuis (Anaïs), *Recherche de la fonction de la maspardine, une protéine déficiente dans la paraplégie spastique 21* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Marielle Boonen ; co-promoteur : Louise-Marie Vincent. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 62 p.

Istasse (Céline), *Identification d'ARN circulaires encodés par le virus de la maladie de Marek* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Damien Coupeau ; co-promoteur : Gaël Gilbert. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 59 p.

Kasikci (Sultan), *Étude de l'impact des étapes pré analytiques et analytiques sur l'agrégation, les caractéristiques et la numération plaquettaire* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : François Mullier ; co-promoteur : Gaël Gilbert. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 54 p.

Léonard (Marie), *Qualification d'un kit ELISA commercial de dosage de la protéine A* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Barbara Bolle ; co-promoteur : Françoise Motte. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 56 p.

Maroy (William), *Assessment of the Epidemiological Importance of Experimentally ZIKA Virus Competent Culex Quinquefasciatus* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Marcus Blagrove ; co-promoteur : Caroline Charlier. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 41 p.

Plancq (Donatien), *Évaluation de la fiabilité des paramètres d'hémoglobine et d'hématocrite par comparaison de méthode sur un panel d'automates de biologie délocalisée* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Boiront ; co-promoteur : Françoise Motte. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 53 p.

Sanak (Doygu), *Anticorps anti-CCP : apports diagnostiques et validation de méthode* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médical ; promoteur : Morgane Delaveleye ; co-promoteur : Patrick Vankerkhoven. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 43 p.

Troch (Chloé), *Mise au point du test ENA Symphony réalisé sur le Phadia 250* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médi-

cal ; promoteur : Catherine Rolin ; co-promoteur : Gaël Gilbert. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 52 p.

Vanhollebeke (Marie), *Rôle du récepteur CD27 dans la régulation de la réponse inflammatoire associée à l'obésité* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médicale ; promoteur : Muriel Moser ; co-promoteur : Françoise Motte. Montignies sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 59 p.

Varsebroucq (Robin), *Étude des effets du miel sur les mécanismes autophagiques des macrophages* / travail de fin d'études de bachelier en technologue de laboratoire médicale ; promoteur : Thierry Arnould ; co-promoteur : Véronique Vallery. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 56 p.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 69-70



Liste des travaux de fin d'études présentés en technologue en imagerie médicale au cours de l'année académique 2018-2019[1]

Responsable : Lionel Derue

Kamegni Tchuessa (Simplice), *Comparaison dosimétrique de deux installations identiques (Luminos de Siemens) en radiologie conventionnelle pour les examens de thorax, bassin et abdomen* / travail de fin d'études de bachelier en technologue en imagerie médicale ; promoteur : Jean-Louis Greffe. Gilly : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 81 p.

Delmas (Émilie) & Salamone (Melina), *La sécurité des patients porteurs d'un pacemaker en IRM* / travail de fin d'études de bachelier en technologue en imagerie médicale ; promoteur : James Gallo. Gilly : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 95 p.

Pourtois (Nina) & Schouleur (Amélie), *Analyse de pratiques professionnelles réalisée dans un service de scanners pour les examens de la zone thoraco-abdomino-pelvienne dans deux hôpitaux différents* / travail de fin d'études de bachelier en technologue en imagerie médicale ; promoteur : Renaud Staelens. Gilly : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 78 p.

Akbulut (Sabri) & Jolimont (Dylan), *Le plomb contre-attaque* / travail de fin d'études de bachelier en technologue en imagerie médicale ; promoteur : Jean-Louis Greffe. Gilly : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 115 p.

Sciarrabone (Ben) & Porignaux (Jérôme), *Comparaison dosimétrique des examens abdominaux sur le scanner bi-tube et mono-tube* / travail de fin d'études de

1. Cette liste ne renseigne que les mémoires ayant obtenus, au minimum, 14/20.

bachelier en technologue en imagerie médicale ; promoteurs : Elena Fausti-ni & Antoine Dewulf. Gilly : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 84 p.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 71-75



Liste des mémoires présentés en kinésithérapie au cours de l'année académique 2018-2019[1]

Responsable : Vincent Swartenbroekx

Ait Abderrahmane (Rachid), *Le rêve peut-il améliorer les performances de l'athlète ? Imagerie mentale et apprentissage moteur en rêve lucide* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Françoise Dumont. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 99 p.

Binamé (Axel), *L'impact de la pratique de la boxe thaïlandaise sur l'agilité et la coordination oculo-manuelle* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Laurent Bourguignon ; co-promoteur : Thomas La Paglia. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 37 p.

Bocquel-Sibillat (Julia), *L'état de la kinésithérapie dans un pays en voie de développement : retour d'expérience au Cambodge* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Vincent Swartenbroekx. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 58 p.

Canivet (Marceau), *Étude de l'utilisation des isothermes au sein du groupe Mestdagh* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Nicolas Draye ; co-promoteur : Sophie Breugelmans. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 36 p.

Catinus (Louis) & Grenard (Rémi), *Tests cliniques et cinématique 3D : vers une prédiction du risque de chute chez les personnes âgées* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Fabien Buisseret ; co-promoteur : Frédéric

1. Cette liste ne renseigne que les mémoires ayant obtenus, au minimum, 14/20.

Dierick. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 73 p.

Chudzicki (Thomas), *L'emploi de dispositifs robotisés dans la rééducation à la marche : ces dispositifs sont-ils efficaces et pour quelles pathologies ?* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Vincent Swartenbroekx. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 81 p.

Collet (Magali), *L'influence des chaussures montantes de football sur la stabilité dynamique de la cheville des footballeuses semi-amateurs* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Mikaël Scohier ; co-promoteur : Vincent Charlet. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 42 p.

Côme (Clémence), *Effet des ondes de choc sur la spasticité chez l'adulte hémiplégique : revue de la littérature* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Yves Carly. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 70 p.

De Loos (Elena), *L'étiopathogénie et la prise en charge kinésithérapeutique actuelle des prolapsus génitaux* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Carole Durez ; co-promoteur : Vincent Lepape. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 116 p.

Dosimont (Sindy), *La lombalgie chez les policiers : facteurs de risque et impact du gilet pare-balle* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Pascal Flament. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 80 p.

Favris (Freddy), *Prévention des troubles musculo-squelettiques chez les horticulteurs de l'AID Soleilmont* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Nicolas Draye ; co-promoteur : Nicolas Léonard. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 59 + x p.

Dumoulin-Minguet (Rémy), *Influence des variations intra-individuelles de la cadence sur la reproductibilité des variables cinétiques et cinématiques de la course sur tapis roulant* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Mikaël Scohier ; co-promoteur : Benjamin Letroye. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 45 p.

Huchon (Camille), *Influence d'un programme d'exercices adaptés sur la qualité de vie, les troubles neuropsychiatriques et l'équilibre de la personne âgée démente* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Caroline Rousseau ; co-promoteur : Nathalie Mary. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 84 p.

Khelfi (Amaryllis), *L'influence de la musicothérapie sur les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Caroline Rousseau. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 127 p.

Laloyaux (Claire), *Modifications cinématiques induites par une selle d'obstacle ou de dressage sur la position au trot assis des cavaliers de concours complet* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Fabien Buisseret ; co-promoteur : Paul Thiry. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 57 p.

Lavallée (Pauline), *Effet de la vitesse de marche sur la stratégie cinématique du genu recurvatum* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Frédérick Dierick ; co-promoteur : Fabien Buisseret. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 81 p.

Lebrun (Marine), *L'efficacité potentielle de l'électrostimulation sur le fonctionnement du membre supérieur du sujet hémi-parétique/plégique provient-elle des courants électriques et/ou de l'observation motrice ?* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Ralph Delire ; co-promoteur : Carlyne Arnould. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 63 + xxvi p.

Lecointre (Gaëlle), *Les maux par les mots : communication de la douleur au sein de la relation thérapeutique* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Nathalie Fasbender. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 77 p.

Lecomte (Maxime), *Développement d'Abilhand-Ado, une mesure d'habileté manuelle chez les adolescents atteints de paralysie cérébrale âgés de 12 à 18 ans* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Carlyne Arnould. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 65 + xviii p.

Ledoux (Amélie), *Spina bifida : Formes cliniques et prise en charge pluridisciplinaire* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Olivier Cools. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 101 p.

Leloup (Noémie), *Prise en charge d'enfants atteints de trouble de l'acquisition de la coordination (TAC) et affinités des kinésithérapeutes et psychomotriciens envers celles-ci* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Caroline Rousseau. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 77 + x p.

Lobet (Delphine), *Le charlatanisme des uns fait la science des autres et vice-versa : à la recherche de la frontière entre science et non-science* / mémoire de master en

kinésithérapie ; promoteur : Jean-François Stoffel. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 97 p.

Manil (Mélanie), *Aujourd'hui, quelle est la place de la kinésithérapie chez un patient atteint de lésions obstétricales de plexus brachial ?* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Sophie Zaczek ; co-promoteur : Marie Alexandre. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 154 p.

Matholet (Martin), *Effets des stimulations optocinétiques sur les facteurs de risque de chute des personnes de plus de 60 ans* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Mikaël Scohier. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 43 p.

Molon (Joris), *Comment les mouvements overheads dans le CrossFit influencent-ils la biomécanique de l'épaule pouvant amener à un état pathologique d'instabilité ?* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Victor Depasse ; co-promoteur : Carole Durez. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 68 p.

Petit (Alexandre), *Étude prospective de l'accès direct dans la prise en charge des troubles musculosquelettiques en kinésithérapie* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : François Reumont. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 56 p.

Ponchant (Vincent), *Facteurs favorisants la survenue de lombalgie chez les amputés du membre inférieur* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Alain Blanquart ; co-promoteur : Hervé Delahaye. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 72 p.

Quadflieg (Thibault), *Douleur chronique et dérégulation du système nerveux central : intérêt d'un programme éducatif basé sur les neurosciences de la douleur* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Matthieu Pestiaux. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 122 p.

Sauvenière (Thomas), *L'endométriose : physiopathologie et place de la kinésithérapie parmi les approches thérapeutiques multidisciplinaires* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Cécile Defroidmont. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 74 p.

Toulouse (Margot), *L'influence des hormones du cycle menstruel sur la performance sportive* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Sylvie Mairlot. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 97 p.

Van de Steene (Anaïs), *La méditation de pleine conscience comme approche complémentaire lors de séances prénatales : influence sur le stress* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Aurore Strimel ; co-promoteur : Elisabeth Wery. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 137 p.

Van Habost (Vincent), *Enquête sur les pratiques en kinésithérapie respiratoire dans le traitement de la bronchiolite aiguë du nourrisson en Europe francophone* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : William Poncin. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 82 p.

Voogd (Isabelle), *Recensement des habitudes et des pathologies rencontrées chez les coureurs de course à pied selon le type de chaussures utilisées (amortissante / minimaliste)* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Mikaël Scohier. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 69 p.

Zanotto (Valérie), *Impact de l'activité physique et sportive chez les patients atteints de dystrophie musculaire de Duchenne ou de dystrophie musculaire de Becker* / mémoire de master en kinésithérapie ; promoteur : Virginie Kinet. Montignies-sur-Sambre : Haute école Louvain-en-Hainaut, 2019. 102 p.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 77-88



Rôle du récepteur CD27 dans la régulation de la réponse inflammatoire associée à l'obésité

Marie Vanhollebeke
Étudiante en master en biochimie et biologie moléculaire et cellulaire
à l'Université libre de Bruxelles
marie-vanhollebeke@hotmail.fr

Promotrice : Françoise Motte
Directrice du département biomédical
Haute école Louvain-en-Hainaut
Campus de Montignies-sur-Sambre
136, rue Trieu Kaisin
B – 6061, Montignies-sur-Sambre
mottef@helha.be

Résumé. – Le tissu adipeux est actuellement reconnu en tant qu'organe immunitaire à part entière. En effet, à l'état homéostasique, la masse graisseuse renferme constitutivement toute une série de cellules immunes dites de la réponse Th2 qui assurent un environnement anti-inflammatoire propice à l'intégrité du tissu hôte. Il est désormais prouvé scientifiquement que l'état d'obésité inhibe le nombre et les fonctions effectrices de ces acteurs Th2 au profit de ceux de la réponse Th1, dite pro-inflammatoire. L'état d'inflammation associé à l'obésité dans la chronicité est tenu responsable de l'apparition de pathologies métaboliques telles que le diabète insulino-résistant, la stéatose hépatique ou encore les maladies cardio-vasculaires. Une étude menée dans le cadre de mon travail de fin d'études et dirigée par Guillaume Oldenhove du laboratoire d'immunobiologie de l'Institut de biologie et de médecine moléculaires (Université libre de Bruxelles) a permis de mettre en évidence le rôle impactant du récepteur CD27 — une molécule de costimulation présente à la surface de certaines cellules immunitaires adipeuses — dans l'apparition de ces phénomènes.

Abstract. – Adipose tissue is currently recognized as an immune organ in its own right. Indeed, in the homeostatic state, body fat constitutively contains a whole series of immune cells known as the Th2 response, which provide an anti-inflammatory environment conducive to the integrity of the host tissue. It is now a scientifically proven fact that obesity inhibits the number and effector functions of these Th2 agents in favour of those of the Th1 response, which are considered to be pro-inflammatory. The inflammation associated with chronic obesity is believed to be responsible for the development of metabolic diseases such as insulin-resistant diabetes, hepatic steatosis and even cardiovascular disorders. A study carried out as part of my final thesis, under the direction of Guillaume Oldenhove from the immunobiology laboratory of the Institute of Molecular Biology and Medicine (Université Libre de Bruxelles), made it possible to highlight the important role of the CD27 receptor — a co-stimulatory molecule present on the surface of certain adipose immune cells — in the emergence of these medical conditions.

Mots clés. – Inflammation — Obésité — Récepteur CD27 — Réponse Th2 — Syndrome métabolique

1. Introduction

L'obésité, reconnue maladie chronique par l'Organisation mondiale de la santé (2018), est actuellement la pathologie la plus répandue à l'échelle mondiale. La malnutrition, mais aussi des facteurs génétiques et environnementaux jouent des rôles cruciaux dans l'évolution de cet état et dans le développement des troubles métaboliques qui en découlent : diabète de type 2 associé à l'insulino-résistance, maladies cardio-vasculaires, troubles musculo-squelettiques, pathologies dégénératives, cancers, etc. (Organisation mondiale de la santé, 2018).

Des études récentes ont démontré l'importance du tissu adipeux dans ces différents processus et, en particulier, des cellules immunes qu'il abrite. À l'état physiologique, des acteurs dits de la réponse immunitaire de type 2 — parmi lesquels les cellules lymphoïdes innées de type 2 (ILC-2), les lymphocytes Th2, les macrophages de type 2 (M2) et les éosinophiles — régulent de manière adéquate le métabolisme du tissu en favorisant un environnement anti-inflammatoire. Par ce biais, ces cellules immunes limitent la prise de poids et maintiennent la sensibilité de l'organisme à l'insuline. L'augmentation de la masse graisseuse engendre peu à peu une modification quantitative et qualitative de ces différents acteurs et conduit à une réponse immunitaire pro-inflammatoire de type 1 responsable, entre autres, de l'insulino-résistance (fig. n°1) (Bénézech & Jackson-Jones, 2019 ; Brestoff & Artis, 2015 ; Huh, Park, Ham, & Kim, 2014).

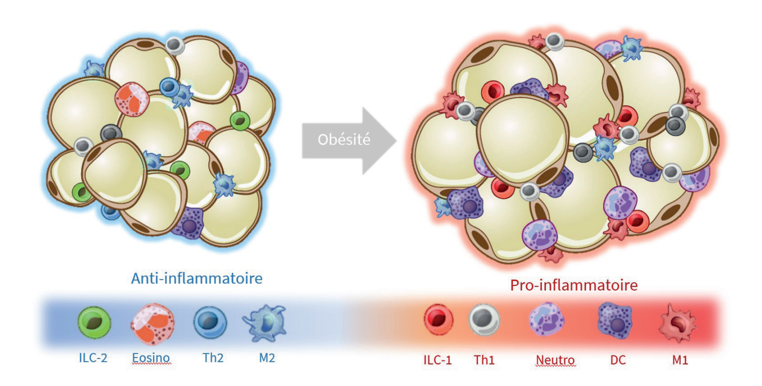


Figure n°1.
Conversion de la réponse immunitaire du tissu adipeux au cours de l'obésité

Source : schéma adapté de Englebert, K. (2018). *PD-1 Dependant Regulation of ILC2 in the Context of Obesity* [PowerPoint presentation] Gosselies : Université libre de Bruxelles.

L'équipe de Guillaume Oldenhove du Laboratoire d'immunologie de l'Institut de biologie et de médecine moléculaires (I.B.M.M., Université libre de Bruxelles, campus de Gosselies) a récemment observé des phénomènes intéressants chez des souris génétiquement déficientes pour le CD27 (CD27KO), un récepteur de molécule de costimulation exprimé dans le tissu adipeux par les ILC-2 et les différentes populations de lymphocytes T. En effet, les chercheurs ont pu remarquer que des rongeurs CD27KO soumis à un régime hyperlipidique prennent moins de poids, présentent de meilleures fonctions métaboliques et une quantité plus importante d'acteurs de la réponse Th2 au sein de leur tissu adipeux que des souris exprimant le récepteur CD27 soumises à la même alimentation. Les objectifs de leur travail ont consisté, dans un premier temps, à confirmer les phénomènes observés, puis à déterminer les rôles du récepteur CD27 dans l'apparition de ces derniers.

2. Mise en condition des souris d'étude et expérimentations

Dans le cadre du projet CD27, des souris de génotype « *Wild Type* », exprimant le récepteur CD27 et des souris génétiquement invalidées pour l'expression du récepteur CD27 ont fait l'objet d'une étude approfondie. Toutes ont été élevées dans une animalerie de type « *Specific Pathogen Free* » permettant de les préserver de tout agent pathogène susceptible de provoquer une réaction immunitaire non désirée. Lorsque les souris « *Wild Type* » $CD27^{+}$ et

les souris CD27KO ont atteint l'âge de 8 semaines, chacune d'entre elles a été soumise soit à un régime alimentaire riche en lipides « *High Fat Diet* » (HFD) soit à un régime alimentaire dit de contrôle — « *Control Diet* » (CTRD) — dont la proportion lipidique est plus faible. La prise de poids occasionnée par l'alimentation HFD et CTRD chez les souris CD27KO et $CD27^+$ a pu être appréciée par le biais de pesées hebdomadaires. Au bout de 12 semaines (80 jours) d'alimentation spécialisée, divers tests visant à apprécier la qualité des fonctions métaboliques de chaque groupe génotypique de rongeurs ont été menés. Une épreuve d'hyperglycémie provoquée, un dosage des triglycérides et une observation macroscopique des foies ont ainsi permis de comparer respectivement la sensibilité de l'organisme à l'insuline (régulation glycémique), la qualité du métabolisme lipidique et l'homéostasie hépatique des rongeurs $CD27^+$ versus CD27KO. En parallèle, une étude quantitative et qualitative des cellules immunitaires contenues dans le tissu adipeux viscéral des mêmes souris a également été réalisée, grâce à l'utilisation d'une technique de cytométrie en flux (FACS).

3. Résultats

3.1. L'expression du récepteur CD27 favorise la prise de poids et l'apparition de troubles métaboliques engendrés par un régime hyperlipidique

Les résultats présentés par la figure n°2 démontrent clairement l'influence de l'expression du récepteur CD27 sur l'apparition de l'état d'obésité et des pathologies métaboliques qui en découlent. En effet, les souris génétiquement invalidées pour l'expression de ce récepteur présentent, après 12 semaines de régime hyperlipidique, une courbe de poids (a), une régulation glycémique (b), une triglycéridémie (c) et un organe hépatique (d) proches de ceux des souris alimentées sainement. Ces observations sont opposées à celles obtenues pour les rongeurs exprimant le récepteur CD27 ; ces derniers sont devenus obèses[1] en réponse à l'importante quantité de lipides ingérée quotidiennement (a). Un état d'insulino-résistance (b), une triglycéridémie élevée (c) et une stéatose hépatique (d) ont également été remarqués chez ces souris après 12 semaines d'alimentation riche en lipides.

1. Dans la littérature scientifique, les souris présentant un poids 50g sont qualifiées d'obèses (Li *et al.*, 2008 ; Peterson *et al.*, 2008).

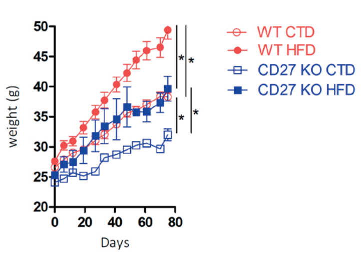
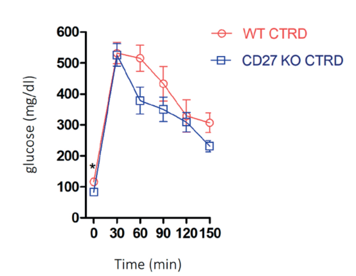


Fig. n°2a. — L'absence d'expression du récepteur CD27 limite la prise de poids engendrée par une alimentation riche en lipides chez les souris CD27KO. Des souris CD27KO et WT ont été soumises à l'HFD ou au CTRD pour une durée de 80 jours. Les courbes de poids ont été établies sur base des valeurs obtenues lors des pesées hebdomadaires. Chaque point affiché correspond à la moyenne des poids mesurés (en grammes) lors d'une séance de pesées pour des souris d'une même souche CD27KO HFD ou CTRD et WT HFD ou CTRD (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (* p < 0,05).



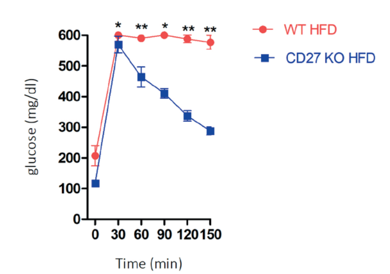


Fig. n°2b. — Les souris CD27KO restent sensibles à l'action de l'insuline malgré l'administration d'un régime favorisant l'état d'obésité. Des souris WT et CD27 KO soumises au CTRD ou à l'HFD ont reçu l'injection d'une solution de glucose concentrée à 200 g/L. Les glycémies de ces rongeurs ont été mesurées toutes les 30 minutes sur une période de 150 minutes, avant (t = 0) et après injection. Chaque point constituant les graphiques correspond à la moyenne des mesures de glycémie (en mg/dl) prises pour chaque souris d'une même souche et d'un même régime (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (* p < 0,05 et ** p < 0,01).

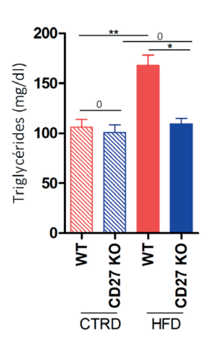


Fig. n°2c. — Dans un contexte de régime hyperlipidique, les souris génétiquement invalidées pour l'expression du récepteur CD27 présentent une triglycéridémie moins élevée que les souris WT nourries au même régime. Chaque bâtonnet constituant l'histogramme représente la moyenne des taux de triglycérides sanguins (mg/dl) calculée sur base des résultats obtenus lors de dosages réalisés sur des échantillons sériques prélevés chez chacune des souris étudiées : WT et CD27KO soumises au CTRD ou à l'HFD (N=1 et par groupe n=5). Les analyses ont été menées sur l'automate Selectra Junior et les statistiques réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * p < 0,05 et ** p < 0,01).

Fig. n°2d. — L'absence du récepteur CD27 permet le maintien de l'intégrité hépatique des souris nourries à l'HFD. Aspect macroscopique des foies prélevés chez de souris WT et CD27KO après 12 semaines d'alimentation contrôle (CTRD) ou hyperlipidique (HFD). Chaque organe hépatique est représentatif de ceux de 5 souris de chaque souche et de chaque régime (N=1).

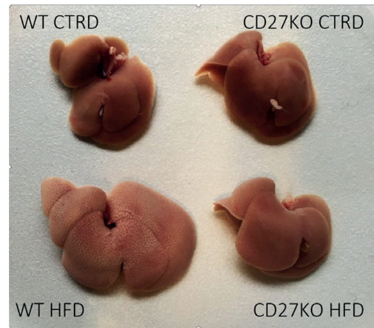


Figure n°2.
Courbes de poids et évaluation des fonctions métaboliques chez les souris CD27^{+} et CD27KO nourries à l'HFD ou au CTRD
Source : cliché personnel.

3.2. L'expression du récepteur CD27 engendre une diminution quantitative et qualitative des ILC-2 et des Th2m, acteurs majeurs de la réponse immunitaire Th2 anti-inflammatoire au sein du tissu adipeux

Pour rappel, l'obésité et les troubles métaboliques associés sont étroitement liés au développement d'un état d'inflammation du tissu adipeux : la réponse immunitaire Th2 assurant l'homéostasie de la masse graisseuse est peu à peu remplacée au profit de la réponse de type Th1 pro-inflammatoire (Mclaughlin, Ackerman, Shen, & Engleman, 2017).

Parmi les acteurs immunitaires présents au sein du tissu adipeux, les cellules lymphoïdes innées de type 2 (ILC-2) et les cellules Th2 de mémoire (Th2m) exprimant tous deux le récepteur CD27 jouent un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie du tissu hôte en préservant la réponse immunitaire Th2 anti-inflammatoire. Les ILC-2 et les Th2m assurent cette fonction notamment via la production de cytokines telles que l'IL-5 et l'IL-13. Ces deux messagers immuns permettent respectivement le recrutement des éosinophiles et la différenciation des macrophages en macrophages M2, eux aussi impliqués dans la réponse immunitaire de type 2 (Bénézech & Jackson-Jones, 2019 ; Wang & Wu, 2018).

Afin de mieux comprendre l'influence de l'expression du récepteur CD27 sur ces populations immunitaires dans un contexte d'obésité, l'équipe d'immunologistes de l'I.B.M.M. a réalisé une étude comparative quantitative et

qualitative[2] des ILC-2, des Th2 de mémoire, des macrophages M2 et des éosinophiles présents dans le tissu adipeux de souris CD27KO et CD27⁺ nourries au régime hyperlipidique ou au régime contrôle.

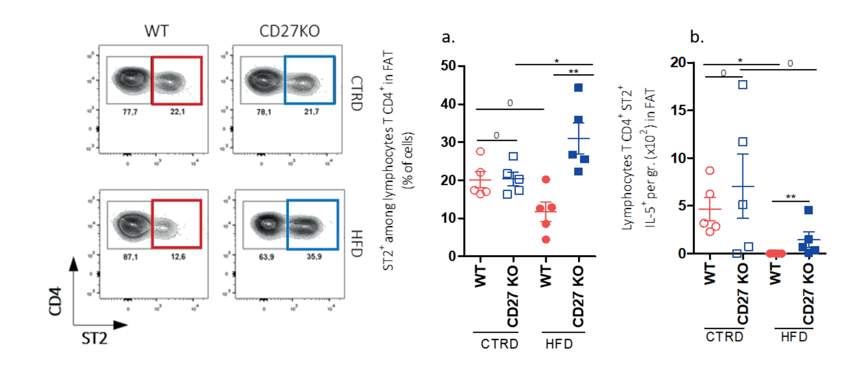


Figure n°3.
Étude quantitative et qualitative des cellules Th2m (CD4+ST2+) contenues dans le tissu adipeux des souris CD27+ et CD27KO nourries à l'HFD ou au CTRD

Source : cliché personnel.

Fig. n°3a. — La population CD4+ ST2+ (Th2m) est maintenue chez les souris invalidées pour l'expression du récepteur CD27 malgré une alimentation riche en lipides. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral des souris WT et CD27KO alimentées au CTRD ou à l'HFD a été extraite. Les cellules isolées ont été colorées à l'aide d'anticorps anti-TCRβ, anti-CD4, anti-Foxp3, et anti-ST2 couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les cellules Th2m ont été distinguées des autres types cellulaires par la sélection des cellules TCRβ+, CD4+, Foxp3- et ST2+. Les pourcentages en cellules ST2+ ou – décrits dans les quadrants cytométriques sont représentatifs de ceux obtenus pour cinq souris d'une même souche et d'un même régime. Le graphique a reprend le % de cellules Th2m obtenu après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * $p < 0,05$ et ** $p < 0,01$).

Fig. n°3b. — La production d'IL-5 est maintenue chez les rongeurs CD27KO soumis à l'HFD. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral de souris WT et CD27KO soumises à l'HFD ou au CTRD a été extraite. Les cellules isolées ont été stimulées à la PMA-ionomycine-brefeldine A pendant 3 heures puis colorées à l'aide d'anticorps anti-TCRβ, anti-CD4, anti-Foxp3, anti-ST2 et anti-IL-5 couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les cellules Th2m productrices d'IL-5 ont été distinguées des autres types cellulaires par la sélection des cellules TCRβ+, CD4+, Foxp3-, ST2+ et IL-5+. Le graphique b reprend le nombre absolu de cellules Th2m IL-5+ par gramme de tissu adipeux obtenu après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * $p < 0,05$ et ** $p < 0,01$).

2. L'étude quantitative se rapporte à la production cytokinique des Th2 de mémoire (IL-5) et des ILC-2 (IL-5 et IL-13).

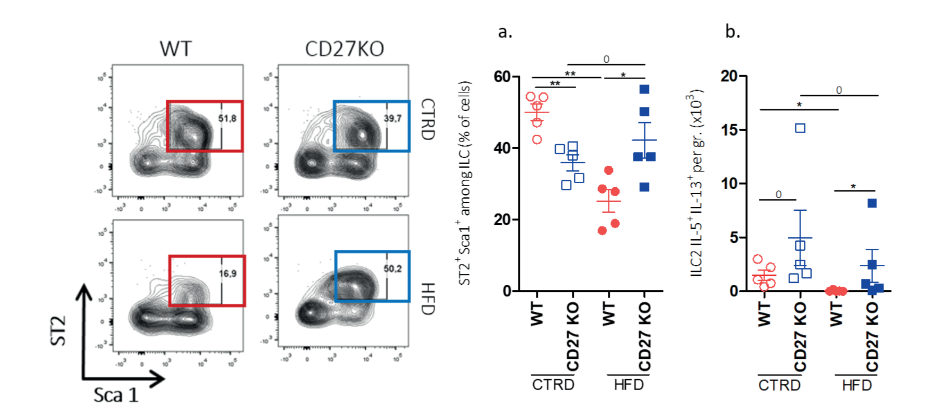


Figure n°4.
Étude quantitative et qualitative des ILC-2 (ST2+ Sca1+) contenues dans le tissu adipeux des souris CD27+ et CD27KO nourries à l'HFD ou au CTRD

Source : cliché personnel.

Fig. n°4a. — Dans un contexte d'obésité, la population de ST2+Sca1+ (ILC-2) chez les souris CD27KO est supérieure à celle des souris WT. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral de rongeurs WT et CD27KO CTRD ou HFD a été extraite. Les cellules isolées ont été colorées à l'aide d'anticorps anti-CD90.2, anti-Lin, anti-ST2, et anti-Sca1 couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les ILC-2 ont été distinguées des autres types cellulaires par la sélection des cellules CD90.2+, Lin-, ST2+ et Sca1+. Les pourcentages d'ILC-2 décrits dans les quadrants cytométriques sont représentatifs de ceux obtenus pour cinq souris d'une même souche et d'un même régime. Le graphique a reprend le % de cellules ST2+ Sca1+ obtenu après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * p < 0,05 et ** p < 0,01).

Fig. n°4b. — La production d'IL-5 et d'IL-13 par les ILC-2 est maintenue chez les souris CD27KO mises en condition d'obésité. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral de rongeurs WT et CD27KO nourris au CTRD ou l'HFD a été extraite. Les cellules isolées ont été stimulées à la PMA-ionomycine-brefeldine A pendant 3 heures puis colorées à l'aide d'anticorps anti-CD90.2, anti-Lin, anti-ST2, anti-Sca1, anti-IL-13 et anti-IL5 couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les ILC-2 productrices d'IL-5 et IL-13 ont été distinguées des autres types cellulaires par la sélection des cellules CD90.2+, Lin-, ST2+, Sca1+, IL-5 + et IL-13+. Le graphique b reprend le nombre absolu d'ILC-2 IL-5+ et IL-13+ par gramme de tissu adipeux obtenu après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * p < 0,05 et ** p < 0,01).

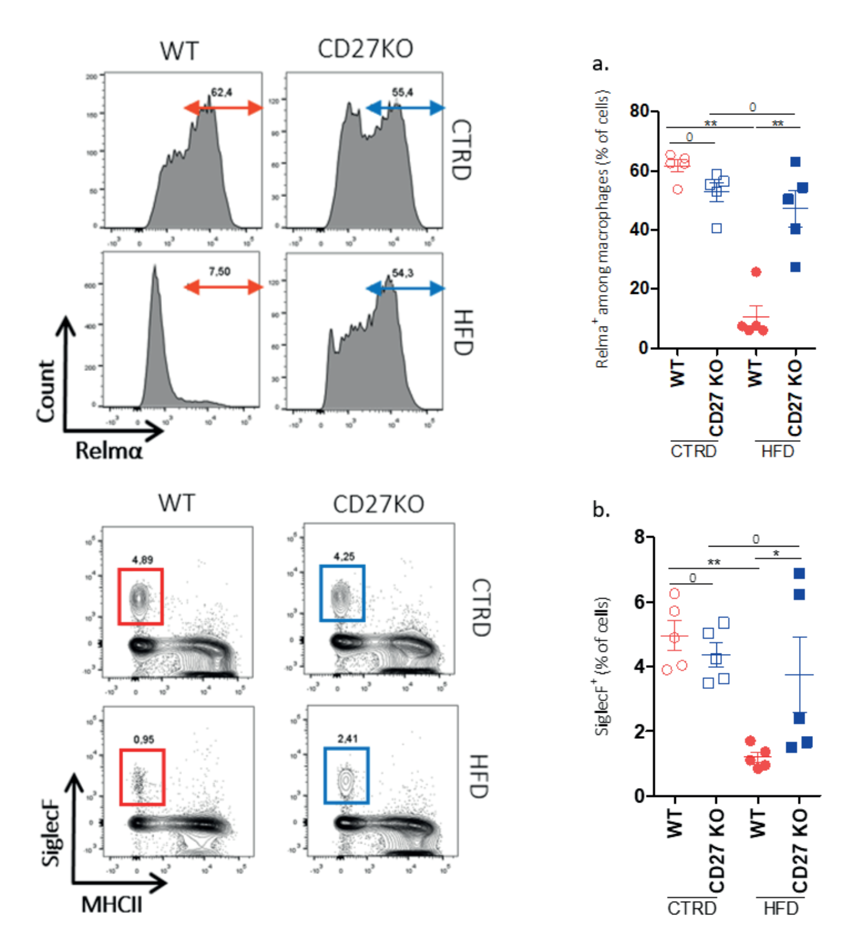


Figure n°5.
Étude quantitative des macrophages M2 (Relmα+) et des éosinophiles (SiglecF+MHCII-) contenus dans le tissu adipeux des souris CD27+ et CD27KO nourries à l'HFD ou au CTRD

Source : cliché personnel.

Fig. n°5a. — Le tissu adipeux des souris génétiquement déficientes pour le récepteur CD27 présente une proportion plus importante de macrophages de type 2 dans un contexte HFD. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral de rongeurs WT et CD27KO soumis au CTRD ou à l'HFD a été extraite. Les cellules isolées ont été colorées à l'aide d'anticorps anti-MHCII, ant-CD64, anti-CD11b et anti-Relmα couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les macrophages M2 ont été distingués des autres types cellulaires par la sélection des cellules MHCII+, CD64+, CD11b+ et Relmα+. Les pourcentages décrits sur les histogrammes sont représentatifs de ceux obtenus pour cinq souris d'une même souche et d'un même régime. Le graphique a reprend le % de macrophages M2 obtenus après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * p < 0,05 et ** p < 0,01).

Fig. n°5b. — Le tissu adipeux de souris CD27KO renferme une quantité plus importante d'éosinophiles dans un contexte d'obésité. La fraction cellulaire du tissu adipeux viscéral de rongeurs WT et CD27KO soumis au CTRD ou à l'HFD a été extraite. Les cellules isolées ont été colorées à l'aide d'anticorps anti-MHCII, et anti-SiglecF couplés à différents fluorochromes en vue d'une analyse par cytométrie en flux. Les éosinophiles ont été distingués des autres types cellulaires par la sélection des cellules MHCII- et SiglecF+. Les pourcentages en éosinophiles décrits dans les quadrants cytométriques sont représentatifs de ceux obtenus pour cinq souris d'une même souche et d'un même régime. Le graphique b reprend le % d'éosinophiles obtenu après analyse et pour chaque souris étudiée (N=1 et par groupe n=5). Les statistiques ont été réalisées à l'aide du test non paramétrique de Mann Whitney (0 non significatif, * $p < 0{,}05$ et ** $p < 0{,}01$).

L'exploration des cellules immunes résidant dans le tissu adipeux des souris étudiées a révélé des différences de régulation immunitaire dans la masse graisseuse des souris WT et CD27KO soumises à l'HFD. En effet, chez les souris invalidées pour l'expression du récepteur CD27 nourries à ce régime, la réponse de type 2 promouvant un environnement anti-inflammatoire est supérieure à celle remarquée chez les rongeurs WT alimentés au même régime hyperlipidique : les % en Th2 de mémoire (fig. n°3a), en ILC-2 (fig. n°4a), en macrophages de type 2 (fig. n°5a) et en éosinophiles (fig. n°5b) sont significativement supérieurs à ceux obtenus pour les souris WT qui expriment le récepteur CD27. La production cytokinique des Th2m (fig. n°3b) et des ILC-2 (fig. n°4b) chez les rongeurs génétiquement invalidés pour l'expression du récepteur CD27 est également supérieure à celle constatée chez les souris exprimant le récepteur dans un contexte de régime HFD.

4. Conclusion et perspectives

Les résultats présentés dans cet article le laissent suggérer : l'expression du récepteur CD27 favorise le développement de l'obésité lié à un régime hyperlipidique et l'apparition des troubles métaboliques qui en découlent. En effet, les souris génétiquement invalidées pour l'expression du récepteur CD27 et nourries à l'HFD grossissent moins et présentent des fonctions métaboliques de meilleure qualité que les souris WT exprimant le récepteur CD27 et nourries au même régime hyperlipidique. De plus, l'expression du récepteur CD27 engendre, au sein du tissu adipeux des souris WT mises sous HFD, une diminution quantitative et qualitative des principaux acteurs de la réponse immunitaire Th2 anti-inflammatoire. Ces phénomènes n'apparaissent pas dans la masse graisseuse des souris CD27KO, elles aussi nourries au régime hyperlipidique : les cellules Th2 de mémoire, les ILC-2, les macrophages M2 et les éosinophiles y sont maintenus.

La mise en lien de ces résultats permet d'émettre deux hypothèses quant aux effets du récepteur CD27 dans la régulation des réponses immunitaires du tissu adipeux en contexte d'obésité (cf. fig. n°6). Premièrement, le récepteur CD27 pourrait avoir un effet inhibiteur indirect en favorisant la réponse de type Th1 au sein de la masse graisseuse viscérale au détriment de la réponse Th2. Cette première supposition est tout à fait plausible selon ce qui est décrit dans la littérature scientifique : l'engagement du récepteur CD27 favorise la différenciation des lymphocytes T naïfs en lymphocytes Th1 producteurs d'INFɣ, acteurs de la réponse inflammatoire de type 1 (Van Oosterwijk *et al.*, 2007). La seconde hypothèse se rapporte plutôt a un effet inhibiteur direct du récepteur CD27 sur les cellules de la réponse immunitaire de type 2, mais aucune information n'a été trouvée dans la littérature scientifique sur cet éventuel phénomène. La suite de cette étude consistera à confirmer l'une ou l'autre de ces deux hypothèses et à préciser quels sont les mécanismes moléculaires impliqués dans la régulation CD27.

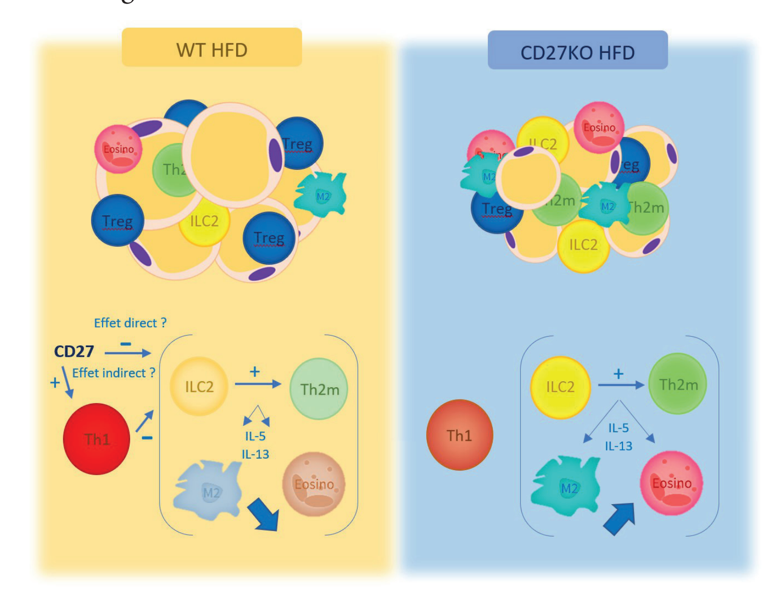


Figure n°6.
Effets du récepteur CD27 sur les acteurs de la réponse Th2 : récapitulatif des résultats et des hypothèses
Source : cliché personnel.

Bibliographie

Bénézech, C., & Jackson-Jones, L. H. (2019). ILC2 Orchestration of Local Immune Function in Adipose Tissue. *Frontiers in Immunology*, 10(February), 1-6. https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00171

Brestoff, J. R., & Artis, D. (2015). Immune Regulation of Metabolic Homeostasis in Health and Disease. *Cell*, 161(1), 146-160. https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.02.022

Huh, J. Y., Park, Y. J., Ham, M., & Kim, J. B. (2014). Crosstalk between Adipocytes and Immune Cells in Adipose Tissue Inflammation and Metabolic Dysregulation in Obesity. *Molecules and Cells*, 37(5), 365-371. https://doi.org/10.14348/molcells.2014.0074

Li, M., Kim, D. H., Tsenovoy, P. L., Peterson, S. J., Rezzani, R., Rodella, L. F., [...] Abraham, N. G. (2008). Treatment of Obese Diabetic Mice with a Heme Oxygenase Inducer Reduces Visceral and Subcutaneous Adiposity, Increases Adiponectin Levels, and Improves Insulin Sensitivity and Glucose Tolerance. *Diabetes*, 57(6), 1526-1535. https://doi.org/10.2337/db07-1764

Mclaughlin, T., Ackerman, S. E., Shen, L., & Engleman, E. (2017). Role of Innate and Adaptive Immunity in Obesity-associated Metabolic Disease. *Journal of Clinical Investigation*, 127(1), 5-13. https://doi.org/10.1172/JCI88876

Organisation Mondiale de la Santé. (2018). *Obésité et surpoids : principaux faits*. Retrieved March 21, 2019, from https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Peterson, S. J., Drummond, G., Kim, D. H., Li, M., Kruger, A. L., Ikehara, S., & Abraham, N. G. (2008). L-4F Treatment Reduces Adiposity, Increases Adiponectin Levels, and Improves Insulin Sensitivity in Obese Mice. *Journal of Lipid Research*, 49(8), 1658-1669. https://doi.org/10.1194/jlr.m800046-jlr200

Van Oosterwijk, M., Juwana, H., Arens, R., Tesselaar, K., Van Oers, M., & Eldering, E. (2007). CD27–CD70 Interactions Sensitise Naive CD4+ T Cells for IL-12-Induced Th1 Cell Development. *International Immunology*, 19(6), 713-718. https://doi.org/DOI: 10.1093/intimm/dxm033

Wang, Q., & Wu, H. (2018). T Cells in Adipose Tissue: Critical Players in Immunometabolism. *Frontiers in Immunology*, 9, p. 2509. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02509



Tests cliniques et cinématique 3D

Vers une prédiction du risque de chute chez les personnes âgées

Louis Catinus & Rémi Grenard
catinus.louis@outlook.com
remi.grenard@gmail.com

Promoteur : Frédéric Dierick
Co-promoteur : Fabien Buisseret
Laboratoire Forme & Fonctionnement Humain, CeREF
Haute école Louvain-en-Hainaut
Rue Trieu Kaisin, 136
B – 6061 Montignies-sur-Sambre
dierickf@helha.be
buisseretf@helha.be

Résumé. – L'évaluation du risque de chute chez les personnes âgées est un véritable défi pour les thérapeutes, les chutes constituant en effet une des premières causes de mortalité chez cette population. De nombreux tests cliniques ont été développés et validés durant les 30 dernières années. Plus récemment, l'émergence de capteurs de mouvement à faible coût facilite l'observation des différences cinématiques entre la marche d'un sujet chuteur et celle d'un non-chuteur. Le but de cette étude est d'élaborer une méthode combinant des tests cliniques et des capteurs de mouvement en vue d'optimiser l'évaluation du risque de chute. Septante-trois participants de plus de 65 ans, résidant en maison de repos, ont effectué les tests cliniques *Timed Up and Go* (TUG) et de marche des 6 minutes équipés d'un capteur inertiel durant deux prises de mesures séparées de 6 mois. Le relevé des chutes durant cette période permet de classer les participants en chuteurs et non-chuteurs. Il apparaît que les résultats du test TUG combinés à une mesure de la variabilité de la marche des sujets permettent une prédiction plus efficace du risque de chute dans les 6 mois chez

la population étudiée que le test clinique seul (efficacité diagnostique de 76 % contre 68 %).

Abstract. – Assessing the risk of fall in the elderly is a real challenge for therapists — falls being one of the leading causes of death among this population. Many clinical trials have been developed and approved over the last 30 years. More recently, the advent of low-cost motion sensors has facilitated observation of the kinematical differences between the gait of a faller and a non-faller. The purpose of this study is to develop a method that combines clinical testing and motion sensors in order to optimise fall risk assessment. Seventy-three participants over the age of 65, and living in a nursing home, completed the clinical test called *Timed Up and Go* (TUG) as well as a 6-minute walk equipped with an inertial sensor in two measurements separated by 6-months. Falls recorded during this period enabled the classification of participants into fallers and non-fallers. This revealed that the results of the TUG test combined with a variability measurement of the subjects' gait provide a more effective prediction of the risk of fall within 6 months in the population studied than the clinical test alone (diagnostic efficacy of 76 % versus 68 %).

Mots clés. – Capteur inertiel — Cinématique — Risque de chute — Test clinique.

1. Introduction

D'après l'Organisation mondiale de la santé, les chutes sont la deuxième cause de décès accidentels dans le monde : environ 646 000 personnes perdent la vie chaque année à la suite des chutes et les plus touchées sont âgées de plus de 65 ans. Dans les établissements de soins de longue durée, la fréquence des chutes pour cette population est plus importante qu'à domicile avec un taux d'environ 50 % chaque année (Organisation mondiale de la santé, 2018). La problématique des chutes est destinée à s'accentuer dans nos régions, car le nombre de personnes de plus de 65 ans augmente. Le Bureau fédéral du plan estime que la population belge âgée de 67 ans et plus était de 16 % en 2015 et sera de 23 % en 2060 (Vandresse, 2016). Cet enjeu de santé publique se double d'un enjeu financier. D'après Pierdomenico *et al.* (2015), un séjour hospitalier moyen en Belgique coute 5139 € et en Europe 7592 €. Une autre étude a estimé qu'aux États-Unis, le coût médical lié aux chutes, qu'elles soient fatales ou non, représente approximativement 50 G € (Florence *et al.*, 2018).

De multiples facteurs favorisent les chutes : l'âge, les troubles cognitifs, les troubles de la vue, la sarcopénie, un environnement inadapté, la polymédication, des troubles de la marche, une instabilité posturale et des pathologies neurodégénératives (Moreland, Richardson, Goldsmith, & Clase, 2004 ; Rossat *et al.*, 2010 ; Ambrose, Paul, & Hausdorff, 2013). L'une des méthodes les mieux connues d'évaluation du risque de chutes est de recourir à différents tests cli-

niques développés dans ce but. L'un des plus connus est le test *Timed Up and Go* (TUG). Celui-ci est d'ailleurs utilisé par les kinésithérapeutes belges pour évaluer le risque de chute et ainsi pouvoir demander à l'Institut national d'assurance maladie-invalidité d'octroyer des séances supplémentaires à un patient.

Une caractérisation cinématique de la marche peut également être réalisée afin de déterminer des différences quantifiables entre la marche de personnes à risque de chute et celles de non-chuteurs.

Comme le montre par exemple l'étude de Hausdorff, Rios, et Edelberg (2001), la variabilité du temps de la foulée change entre la marche de sujets jeunes ou âgés sains et celle de sujets âgés atteints de pathologies. Les progrès de l'électronique rendent envisageable une telle étude en dehors de laboratoires équipés de matériel de pointe : l'émergence de capteurs inertiels à faible coût (de l'ordre de 20 €) rend possible la mesure dans les trois dimensions de l'espace des accélérations et des vitesses angulaires d'un marcheur. De tels capteurs équipent déjà les smartphones et peuvent être utilisés pour analyser la marche (Sun & Sosnoff, 2018). Certains chercheurs vont plus loin en couplant les données de capteurs à des tests cliniques existants afin de voir s'il est possible d'augmenter la capacité de prédiction de ceux-ci (Greene, Redmond, & Caulfield, 2016). C'est dans cette dernière mouvance que se place le présent travail. Les principales questions qui seront abordées au travers de l'étude expérimentale d'une population gériatrique seront donc : le test TUG est-il suffisamment précis pour prédire à lui seul le risque de chute ? Le couplage entre le test TUG et paramètres cinématiques permet-il de mieux prédire le risque de chute chez les personnes âgées que l'évaluation isolée de ces derniers ?

2. Matériel et méthode

2.1. Population

Les participants à l'étude sont âgés de 65 ans ou plus et vivent en maison de repos dans la région de Charleroi (l'*Adret* à Gosselies, le *Centenaire*, le home *Notre-Dame de Bonne Espérance* et *Au temps des cerises* à Châtelet). Le protocole expérimental respecte la Déclaration d'Helsinki et a été approuvé par le Comité académique de bioéthique[1]. Les critères de non-inclusion étaient les suivants :

1. https://www.a-e-c.eu

- un âge inférieur à 65 ans ;
- des troubles locomoteurs du membre inférieur rendant la marche impossible ;
- des troubles cognitifs rendant la compréhension des tests et de l'expérience impossible ;
- des troubles cardio-respiratoires trop importants pour effectuer le test de marche des 6 minutes.

Enfin, les sujets :

- ayant contracté une ou des pathologies à la suite de l'inclusion dans l'échantillon (AVC, fracture, ...) ;
- ayant abandonné ou étant hospitalisés durant la période des prises de mesures ;
- ayant eu une modification de leur médication empêchant la poursuite de l'étude ;
- étant décédés avant la passation complète du protocole ;

n'ont pas été retenus.

Nonante-deux sujets ont commencé les premiers tests. Douze n'ont pas pu continuer, car ils répondaient aux critères de non-inclusion. À la fin de la prise de mesure, 73 sujets ont pu faire les tests jusqu'au bout. Au total, il y a 33 % d'hommes et 67 % de femmes avec une moyenne d'âge de 83.1 ± 8.3 ans.

2.2. Protocole

L'étude s'est déroulée entre les mois de mai (T1) et novembre (T2) 2018.

En T1, les participants ont commencé par effectuer un test TUG : le participant est d'abord assis avec le dos contre le dossier d'une chaise d'environ 46 cm de hauteur. Au signal du départ, le participant doit démarrer, franchir une marque au bout de 3 m (cône, ligne...), faire demi-tour et revenir s'asseoir. Le temps nécessaire à effectuer cette opération est mesuré. Sur base de l'étude de Shumway-Cook, Brauer, et Woollacott (2000), un sujet réalisant le test en moins de 13.5s est classé ne présentant pas de risque de chute. Si le temps dépasse ce seuil, alors le sujet est classé comme « risque potentiel ».

Une fois le test TUG réalisé, les participants ont marché une durée de 6 minutes dans un couloir de longueur connue, avec le droit de faire de courtes pauses s'ils en ressentaient le besoin. Durant ce test des 6 minutes de marche, les participants étaient équipés d'un capteur inertiel recueillant les différentes

données cinématiques des participants. Ce capteur a été développé par le CeREF Technique dans le cadre du projet FIRST HE DYSKIMOT[2] (fig. n°1). Il a été validé par de nombreux tests en laboratoire (Estievenart, 2018). Pendant l'expérimentation, le capteur inertiel est fixé dans la région lombaire du sujet, en regard de la quatrième vertèbre lombaire et il va permettre de mesurer les vitesses angulaires, $\vec{\omega}(t)$, et les accélérations linéaires, $\vec{a}(t)$, dans les 3 dimensions. La fréquence d'acquisition du capteur est de 100 Hz avec une gamme d'accélération de ± 4[g] et de ± 2000°/s pour la vitesse angulaire. Entre T1 et T2, il a été demandé à toutes les équipes soignantes de recenser les chutes des participants. Ce relevé de chutes servira par la suite à classer les sujets en « non-chuteurs » (absence de chute) et « chuteurs ». Au final, on dénombre 23 chuteurs et 50 non-chuteurs. En T2, le même protocole a été réalisé sur les participants.



Figure n°1.
Appareillage complet avec capteur inertiel (à gauche) et agrandissement du capteur inertiel LSM9DS1SparkFun (à droite).
Source : Estievenart, 2018.

2.3. Analyse des données

Pour analyser les 6 séries temporelles contenues dans $\vec{a}(t)$ et $\vec{\omega}(t)$, nous choisissons de quantifier la variabilité. En effet, comme le montre l'étude pionnière de Hausdorff *et al.* (2001), la variabilité de la marche peut être corrélée au risque de chute. Par la suite d'autres chercheurs, comme Goldberger *et al.* (2002), ont analysé la variabilité de la marche à l'aide d'outils mathématiques comme la dimension fractale et montré que ces outils distinguent les sujets

2. https://www.cerisic.be/technique/projet-cerisic/developpement-dun-systeme-multitaches-immersif-et-low-cost-denregistrement-et-analyse-de-donnees-cinematiques-en-vue-de-levaluation-de-dyskinesies-motrices-et-de-leur-prise/

sains des sujets pathologiques. Les trois paramètres étudiés sont l'écart-type (EC), l'exposant de Hurst (H) et la dimension fractale (D) des séries temporelles obtenues. Ils ont été calculés en suivant la méthodologie exposée dans Dierick *et al.* (2017) ; plus de détails mathématiques peuvent se trouver dans l'ouvrage de Kantz et Schreiber (2004). Un test de Mann-Witney a été effectué (seuil de significativité = 0.05) afin d'observer d'éventuelles différences entre les chuteurs et les non-chuteurs en T2.

Les résultats du test TUG ont été analysés par le calcul de la courbe de ROC (*Receiver Operating Characteristic*) et d'autres paramètres associés : l'aire sous la courbe (AUC), l'indice de Youden (Yo), le rapport de vraisemblance positif (LR+) et négatif (LR-), la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive (VPP), la valeur prédictive négative (VPN) et l'efficacité diagnostique (E).

Un test TUG « augmenté », ou TUG+, a alors été proposé en suivant la méthodologie schématisée dans la figure n°2. Si un sujet est classé par les tests cliniques comme chuteur alors celui-ci est évalué une seconde fois par un ou plusieurs paramètres cinématiques montrant une différence significative entre chuteurs et non-chuteurs (selon le recensement des chutes).

Le logiciel Sigmaplot 11.0 et le programme R x64 3.5.0 ont été utilisés pour effectuer les différents calculs nécessaires.

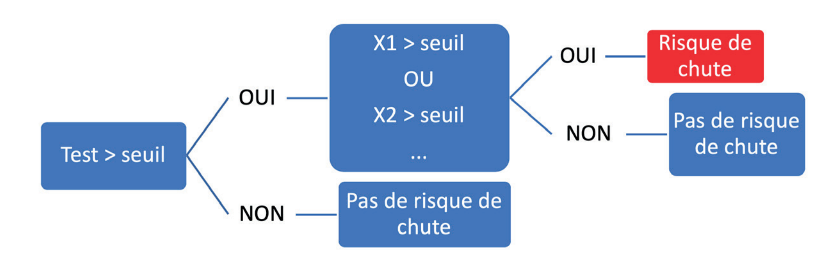


Figure n°2.
Méthode de combinaison des tests cliniques avec un ou plusieurs paramètres cinématiques (X1, X2,…) .

3. Résultats

3.1. Le test TUG

Les données présentées dans le tableau n°1 donnent des informations sur la qualité prédictive du test TUG. L'AUC du test TUG (0.648) indique que le

test a un pouvoir de discrimination (chuteur/non-chuteur) faible à tendance passable. L'index de Youden (Yo) montre une précision de la méthode de diagnostic de 27.3 %, avec un seuil optimal de 22.5s. Cela signifie qu'un sujet réalisant un test TUG dépassant ce seuil a plus de chance d'être considéré comme chuteur plutôt que non-chuteur dans notre population. Enfin, le test TUG a tendance à être plus spécifique (Sp=73.3 %) que sensible (Se=54.1 %).

Test	Se (%)	Sp (%)	VPP	VPN	Yo	LR+	LR-	E (%)
TUG	54.1	73.2	0.481	0.782	0.273	2.02	0.626	65.7
TUG+	52.1	86.0	0.631	0.796	0.381	3.72	0.556	73.9

Tableau n°1.
Indicateurs décrivant la qualité prédictive des tests TUG et TUG+.
Se = Sensibilité, Sp = Spécificité, VPP = Valeur Prédictivé Positive, VPN = Valeur Prédictive Négative, Yo = Indice de Youden, LR+ = rapport de vraisemblance positif, LR- = rapport de vraisemblance négatif, E = Efficacité diagnostique.

Paramètre	p	C		NC	
ECaap (m/s²)	0.01	0.133 ± 0.054	0.120 [0.090-0.173]	0.127 ± 0.184	0.090 [0.075-0.120]
Dav	0.04	1.76 ± 0.09	1.78 [1.73-1.82]	1.79 ± 0.09	1.81 [1.77-1.85]

Tableau n°2.
Comparaison entre chuteurs (C) et non-chuteurs (NC).
Les données sont indiquées en quartiles sous le format Me [Q1-Q3] ainsi que sous le format moyenne ± écart-type (Sd). ECaap = écart-type de l'accélération antéro-postérieure, Dav = dimension fractale de l'accélération verticale.

3.2. Paramètres cinématiques

Deux paramètres montrent une différence significative et sont détaillés dans le tableau n°2 : ECaap et Dav. Ces paramètres seront donc sélectionnés dans le test TUG+. Notons que les non-chuteurs présentent un ECaap plus faible (amplitude des fluctuations de la marche mieux contrôlées) et une Dav plus grande (complexité plus grande, donc meilleure adaptabilité) que les chuteurs.

3.3. Le test TUG+

La combinaison du test TUG et des paramètres cinématiques est réalisée comme suit : si le résultat du test clinique est supérieur au seuil de 22.5s, et si ECaap est supérieur à son seuil ou Dav inférieure au sien, alors le sujet est consi-

déré comme étant à risque potentiel de chute (fig. n°3). Les seuils d'ECaap et Dav ont été déterminés de manière à maximiser l'efficacité diagnostique du test TUG+.

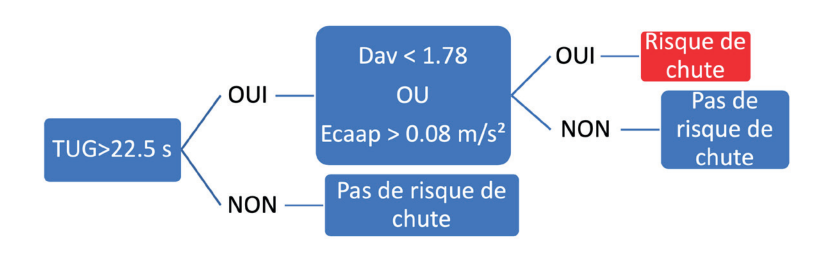


Figure n°3.
Représentation schématique du test TUG+.

Il apparait que le test TUG+ obtient une meilleure efficacité diagnostique (E = 73,9 %) et un meilleur apport diagnostique (LR+ = 3,72), voir la comparaison détaillée au tableau n°1.

4. Discussion

Nous confirmons que le test TUG est un test efficace pour prédire les chutes. En effet, il obtient une AUC de 0.648, ce qui signifie que celui-ci a une capacité de discrimination passable entre les chuteurs et les non-chuteurs. Ensuite, il a un LR+ de 2.02. L'apport diagnostic est donc modéré. Enfin il a un E de 0.657 (65.7 % de l'échantillon a été prédit correctement). Nous n'obtenons pas une sensibilité et une spécificité aussi élevées que Shumway-Cook *et al.* (2000), à savoir Sp et Se de 87 %. Cela peut être expliqué par le fait que l'échantillon de cette dernière étude ne soit composé que de 30 sujets. Les résultats que nous obtenons pour l'AUC rejoignent l'étude de Lin *et al.* (2004) effectuée sur 1200 sujets et obtenant une AUC de 0.61. De plus, il existe une différence de 3.9s entre les chuteurs et les non-chuteurs dans notre étude, ce qui concorde avec ce qu'observent Schoene *et al.* (2013) qui obtiennent une différence de 3,59s. Cette dernière étude montre que le test TUG est un test qui permettrait de mieux différencier les chuteurs des non-chuteurs lorsqu'il s'agit de personnes âgées en institution, mais pas lorsqu'elles sont autonomes avec une bonne fonction motrice. Cette conclusion est partagée par Viccaro, Perera, et Studenski (2011).

Certaines caractéristiques du test TUG sont perfectibles. Par exemple, le seuil définissant le risque de chute varie entre 13 et 32.6s secondes selon les

études (Schoene *et al.*, 2013). Wall, Bell, Campbell, et Davis (2000) ont tenté d'améliorer le test TUG en augmentant la distance de marche et en chronométrant chaque phase du déplacement (le lever de chaise, le temps de marche, le demi-tour…), dans le but d'obtenir plus d'informations lors du déroulement de ce test. D'autres, à la suite de Weiss *et al.* (2011), ont choisi d'instrumenter le test TUG afin d'augmenter son efficacité. Greene *et al.* (2014) ont spécifiquement couplé le test TUG à des capteurs inertiels et obtiennent une efficacité de diagnostic de 88 %. Dans une autre étude, Greene *et al.* (2016) ont combiné une évaluation clinique sous la forme d'un questionnaire avec des données cinématiques issues d'un capteur inertiel obtenues lors d'un test TUG. Ils obtiennent ainsi une meilleure efficacité (E combiné = 76 %, capteur inertiel seul E = 73 %, évaluation clinique seule E = 68 %). Ces résultats sont semblables aux nôtres, mais notre méthode se révèle plus simple à mettre en œuvre. D'après nos résultats, qui s'inscrivent donc dans cette mouvance, il apparaît que le test TUG combiné à la cinématique (dénommé TUG+) est la meilleure façon de pouvoir prédire le risque de chute chez la personne âgée. La Sp de 86 % signifie qu'il est efficace pour dire qu'un sujet classé non-chuteur ne chutera donc pas. La LR+ de 3.72 signifie que si quelqu'un est classé comme chuteur celui-ci aura 3.72 fois plus de chance d'être chuteur par rapport à un sujet classé comme étant non-chuteur. De plus, le point très satisfaisant de l'étude est que nous arrivons à augmenter l'efficacité diagnostique du test TUG de quasiment 9 % (tableau n°1) : avec le test TUG+, environ 74 % des sujets de l'échantillon sont correctement classés.

Finalement, la revue de la littérature de Sun et Sosnoff (2018) explique que les techniques couplant capteurs et tests cliniques sont très prometteuses, mais que les protocoles utilisés (placements des capteurs, tests employés…) sont encore d'une trop grande variabilité. Dès lors, il est possible de trouver des combinaisons de tests cliniques et de paramètres cinématiques ayant une efficacité allant de 47.9 % à 100 % dans le cadre d'un échantillon donné.

5. Conclusion

Le choix du test TUG semble pertinent au vu de son utilisation intensive en kinésithérapie. Ce test est à la fois simple et source d'informations non négligeable pour prédire le risque de chute lorsqu'il est équipé ou combiné à des données cinématiques. Le placement du capteur inertiel au niveau de la région lombaire est pertinent, car cela le rapproche du centre de masse corporel. Des études, comme celles de Howcroft, Lemaire, et Kofman (2016), montrent que

c'est à cet emplacement que l'on peut trouver les meilleures informations pour différencier les chuteurs des non-chuteurs. De plus, l'utilisation d'un test de marche des 6 minutes équipé d'un capteur inertiel permet de fournir suffisamment d'informations sur la marche du sujet, à l'inverse d'un test TUG équipé où la distance parcourue est beaucoup plus courte. Il ressort de notre analyse que le test TUG combiné à des paramètres cinématiques comme ECaap et Dav collectés au cours du test de marche des 6 minutes permet d'augmenter la qualité de prédiction des chutes.

Concernant la classification des sujets à risque, l'analyse statistique « traditionnelle » semble avoir ses limites. Howcroft *et al.* (2016) et Rajagopalan, Litvan, et Jung (2017) expliquent que l'utilisation de *deep learning* (apprentissage profond) permettrait d'obtenir de meilleures analyses et ainsi optimiser les différentes méthodes existantes. L'utilisation du *deep learning* a déjà été testée pour diagnostiquer la maladie de Parkinson (Gao *et al.*, 2018) ou la maladie d'Alzheimer (Mirzaei, Adeli, & Adeli, 2016). Son utilisation pour prédire le risque de chute pourrait être un outil supplémentaire et une aide précieuse pour le kinésithérapeute.

Enfin, il apparait logique que le risque de chute ne puisse pas être prédit à 100 %. Ce risque est d'autant plus difficile à prédire chez les personnes vivant seules. Les capteurs inertiels pourraient être utilisés comme outil de surveillance et ainsi permettre des interventions rapides en cas d'incidents. Ajoutons à cela que la prévention, l'aménagement correct du domicile, l'éducation du patient par le thérapeute restent, à ce jour, le meilleur moyen pour éviter les chutes.

6. Bibliographie

Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk Factors for Falls Among Older Adults: A Review of the Literature. *Maturitas*, 75(1), 51-61. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009

Estievenart, W. (2018). *DYSKIMOT* (Rapport de Projet d'ingénieur No 0.1). Mons, Belgium : CeREF Technique.

Florence, C. S., Bergen, G., Atherly, A., Burns, E., Stevens, J., & Drake, C. (2018). Medical Costs of Fatal and Nonfatal Falls in Older Adults: Medical Costs of Falls. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(4), 693-698. https://doi.org/10.1111/jgs.15304

Gao, C., Sun, H., Wang, T., Tang, M., Bohnen, N. I., Müller, M. L. T. M., […], & Dinov, I. D. (2018). Model-based and Model-free Machine Learning Techniques for

Diagnostic Prediction and Classification of Clinical Outcomes in Parkinson's Disease. *Scientific Reports*, 8. https://doi.org/10.1038/s41598-018-24783-4

Goldberger, A. L., Amaral, L. A. N., Hausdorff, J. M., Ivanov, P. Ch., Peng, C.-K., & Stanley, H. E. (2002). Fractal Dynamics in Physiology: Alterations with Disease and Aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(Supplement 1), 2466-2472. https://doi.org/10.1073/pnas.012579499

Greene, B. R., Doheny, E. P., Kenny, R. A., & Caulfield, B. (2014). Classification of Frailty and Falls History Using a Combination of Sensor-based Mobility Assessments. Physiological Measurement, 35(10), 2053-2066. https://doi.org/10.1088/0967-3334/35/10/2053

Greene, B., Redmond, S., & Caulfield, B. (2016). Fall Risk Assessment Through Automatic Combination of Clinical Fall Risk Factors and Body-Worn Sensor Data. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21, 1-1. https://doi.org/10.1109/JBHI.2016.2539098

Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait Variability and Fall Risk in Community-living Older Adults: A 1-year Prospective Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1050-1056. https://doi.org/10.1053/apmr.2001.24893

Howcroft, J., Lemaire, E. D., & Kofman, J. (2016). Wearable-Sensor-Based Classification Models of Faller Status in Older Adults. *PLOS ONE*, 11(4), e0153240. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153240

Kantz, H., & Schreiber, T. (2004). *Nonlinear Time Series Analysis*. Cambridge University Press.

Mirzaei, G., Adeli, A., & Adeli, H. (2016). Imaging and Machine Learning Techniques for Diagnosis of Alzheimer's Disease. *Reviews in the Neurosciences*, 27(8), 857-870. https://doi.org/10.1515/revneuro-2016-0029

Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., & Clase, C. M. (2004). Muscle Weakness and Falls in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121-1129. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x

Organisation Mondiale de la santé. (2018). *Les chutes*. Consulté 30 avril 2019, à l'adresse https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/falls

Pierdomenico, L. D., Uwiteka, I., Senterre, C., Leclercq, P., Costa, É. M. D., Pepersack, T., & Pirson, M. (2015). Évaluation économique des lésions associées aux chutes des personnes âgées vivant à domicile. *Gériatrie et psychologie neuropsychiatrie du vieillissement*, 13(1), 36-44. https://doi.org/10.1684/pnv.2014.0509

Rajagopalan, R., Litvan, I., & Jung, T.-P. (2017). Fall Prediction and Prevention Systems: Recent Trends, Challenges, and Future Research Directions. *Sensors*, 17(11), 2509. https://doi.org/10.3390/s17112509

Rossat, A., Fantino, B., Nitenberg, C., Annweiler, C., Poujol, L., Herrmann, F. R., & Beauchet, O. (2010). Risk Factors for Falling in Community-dwelling Older

Adults: Which of them are Associated with the Recurrence of Falls? *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 14(9), 787-791.

Schoene, D., Wu, S. M.-S., Mikolaizak, A. S., Menant, J. C., Smith, S. T., Delbaere, K., & Lord, S. R. (2013). Discriminative Ability and Predictive Validity of the Timed Up and Go Test in Identifying Older People who Fall: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(2), 202-208. https://doi.org/10.1111/jgs.12106

Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the Probability for Falls in Community-Dwelling Older Adults Using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896-903. https://doi.org/10.1093/ptj/80.9.896

Sun, R., & Sosnoff, J. J. (2018). Novel Sensing Technology in Fall Risk Assessment in Older Adults: A Systematic Review. *BMC Geriatrics*, 18(1), 14. https://doi.org/10.1186/s12877-018-0706-6

Vandresse, M. (2016). *Perspectives démographiques 2015-2060 : population, ménages et quotients de mortalité prospectifs*. Consulté à l'adresse Bureau fédéral du plan website: https://www.plan.be/admin/uploaded/201603111541200.FOR_POP1560_11178_F.pdf

Viccaro, L. J., Perera, S., & Studenski, S. A. (2011). Is Timed Up and Go Better than Gait Speed in Predicting Health, Function, and Falls in Older Adults? *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(5), 887-892. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03336.x

Wall, J. C., Bell, C., Campbell, S., & Davis, J. (2000). The Timed Get-Up-and-Go Test Revisited: Measurement of the Component Tasks. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 37(1), 109-113.

Weiss, A., Herman, T., Plotnik, M., Brozgol, M., Giladi, N., & Hausdorff, J. M. (2011). An Instrumented Timed Up and Go: The Added Value of an Accelerometer for Identifying Fall Risk in Idiopathic Fallers. *Physiological Measurement*, 32(12), 2003-2018. https://doi.org/10.1088/0967-3334/32/12/009

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 101-108



Impact de la posture sur l'activité musculaire et respiratoire chez le clarinettiste

Faustine Joseph
faustine.joseph@laposte.net

Promoteur : Fabien Buisseret
Laboratoire Forme & Fonctionnement Humain, CeREF
Haute école Louvain-en-Hainaut
Rue Trieu Kaisin, 136
B – 6061 Montignies-sur-Sambre
buisseretf@helha.be

Résumé. – *Objectif.* Dans la pratique de la clarinette, le pouce droit est en hyperextension, ce qui est une source fréquente de pathologie pour les clarinettistes. Nous avons évalué l'impact de la posture du musicien sur l'activité musculaire du court fléchisseur et du court extenseur afin de dégager la position limitant au maximum la sollicitation du pouce droit. *Méthode*. 26 clarinettistes amateurs ont participé à cette étude (âge = 44 [34-52] ans, heures de jeu/semaine = 3 [2-4]). Leur activité musculaire et leur capacité vitale forcée ont été mesurées dans 4 positions : assis à l'horizontale, incliné de 10° vers l'avant ou vers l'arrière et debout. Leur ressenti a été évalué par questionnaire. *Résultats*. L'activité musculaire du pouce droit est significativement plus basse en position assise, inclinée vers l'arrière (p=0.011). Cette position ne modifie pas la capacité vitale forcée, mais est jugée moins confortable que les positions habituelles. *Conclusion*. Une légère inclinaison vers l'arrière permet de diminuer l'activité musculaire du court extenseur du pouce droit.

Abstract. – *Objective*: In clarinet playing the right thumb is in hyperextension, which is a frequent source of pathology for clarinettists. We evaluated the impact of the musician's posture on the muscular activity of the *flexor pollicis brevis* and the *extensor pollicis brevis* in order to determine the position that places as little strain as possible on the right thumb. *Method*: 26 recreational

clarinettists participated in this study (age = 44 [34-52] years, playing hours/week = 3 [2-4]). Their muscle activity and forced vital capacity were measured in 4 positions: sitting upright, tilted 10° forwards or backwards, and standing. Their impressions were assessed by means of a questionnaire. *Results*: Muscle activity in the right thumb was significantly lower in the seated, tilted-backwards position (p = 0.011). This position does not change the forced vital capacity but is considered less comfortable than the usual positions. *Conclusion*: Sitting tilted slightly backwards reduces muscular activity of the *extensor pollicis brevis* of the right thumb.

Mots clés. – Électromyographie — Clarinettistes — Troubles musculo-squelettiques

1. Introduction

D'un point de vue kinésithérapeutique, la pratique musicale coïncide avec une mise à l'épreuve du corps. En effet, les impératifs techniques propres à chaque instrument et la volonté de produire un son de qualité conduisent le musicien, aussi bien professionnel qu'amateur, à adopter des postures non ergonomiques dans la pratique de son instrument. Ajoutons à cela que l'exécution de toute œuvre musicale passe par des mouvements précis, rapides et répétés, des membres supérieurs principalement : tout comme le sportif, le musicien évolue donc dans un contexte favorisant l'apparition de troubles musculo-squelettiques. Environ 70 % des musiciens professionnels rencontreront ainsi des problèmes de santé liés à la pratique de leur instrument au cours de leur carrière (Hauser, 2013).

Les pathologies affectant les musiciens sont multiples et reliées au type d'instrument employé. Cependant, de manière générale, trois groupes peuvent être mis en évidence (Boissé-Rehault, 2000 ; Berque, 2006) : les syndromes de surmenage ou « *overuse syndrome* », les syndromes canalaires et les dystonies de fonction ou « crampes du musicien ». Le syndrome de surmenage est caractérisé par la douleur, mais peut engendrer une « diminution de l'agilité, de la vitesse [et] de la précision [des mouvements] » (Fry, 1987, p. 35). Le syndrome canalaire correspond à une compression nerveuse qui peut se retrouver, par exemple, dans le syndrome du canal carpien, alors que la dystonie de fonction se caractérise par « des contractions musculaires involontaires soutenues […] et par une perte de coordination motrice » (Hauser, 2013, p. 35). Chez le clarinettiste, soit l'instrumentiste visé par la présente étude, le pouce droit est maintenu en hyper-extension (fig. n°1) à cause du poids de l'instrument, ce qui peut générer un syndrome de surmenage : des douleurs pouvant amener à des tendinopathies. Le problème des tendinopathies est d'ailleurs récurrent chez les

musiciens en général, même si l'hyper-sollicitation du pouce droit est caractéristique des clarinettistes. Des solutions existent afin de soulager le pouce telles que les cordelières ou les taquets ergonomiques, permettant de répartir le poids de l'instrument sur une plus grande surface du pouce ou encore sur la nuque. Cependant, il existe un élément incontournable, mais généralement négligé qui permet une grande diversité dans le positionnement : la chaise. L'impact de cette dernière sur la pratique de la clarinette, et en particulier sur l'activité du pouce droit, est la thématique que nous abordons. Plus précisément : existe-t-il une position qui permette de diminuer l'activité du muscle court extenseur du pouce ? Celui-ci est en effet sur-sollicité pour contrer le poids de la clarinette et c'est ce phénomène qui entraîne les douleurs ressenties au niveau du pouce. Toutefois, une telle position ne doit pas être adoptée au détriment du souffle et de la qualité du son. Notons que les conclusions de ce travail ne s'étendront pas à la clarinette basse, car cette dernière repose sur le sol pendant le jeu.



Figure n°1.
Illustration de la position du pouce droit lors de la pratique de la clarinette.
Source : Cliché personnel.

2. Matériel et méthode

Vingt-six clarinettistes amateurs, dont 14 filles et 12 garçons, jouant dans une harmonie (Orchestre d'Harmonie de Sainghin-en-Weppes) à raison d'une répétition d'1 h. 30 par semaine, ont pris part à cette étude. Ce type de recrutement garantit que tous les participants ont un niveau technique minimal leur

permettant d'exécuter une pièce imposée lors des prises de mesure. Les participants à cette étude étaient âgés de 20 à 77 ans avec un âge médian de 44 ans [34-51.5], pratiquaient la clarinette depuis 6 à 55 ans, avec une médiane de 22 ans de pratique [15-34], et jouaient de 2 à 14 heures par semaine, avec un temps de jeu médian de 4 heures [2.5-4]. Un participant était exclu s'il présentait une pathologie du pouce déjà diagnostiquée telle que l'arthrose, une incapacité récente à jouer (durant les 3 derniers mois) et/ou une pathologie respiratoire déjà diagnostiquée. Les clarinettistes fumeurs n'ont toutefois pas été exclus, car les comparaisons effectuées seront des comparaisons intra-sujets.

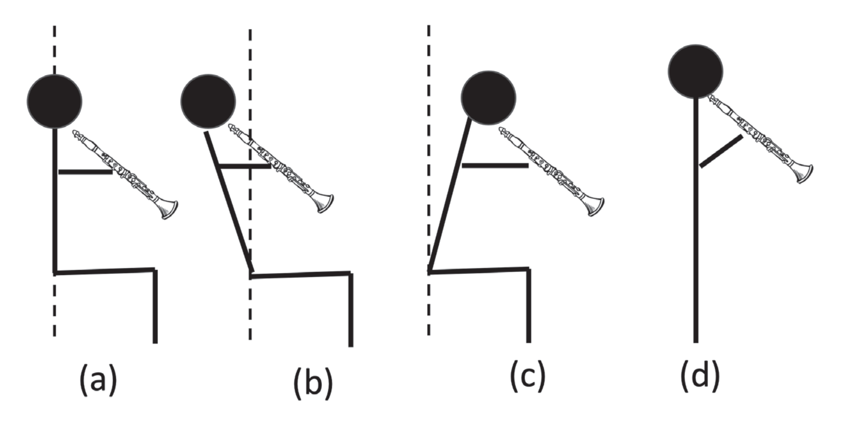


Figure n°2.
Les différentes positions de jeu prises en compte dans cette étude.
(a) Assise verticale ; (b) Assise inclinée vers l'arrière (10°) ; (c) Assise inclinée vers l'avant (10°) ; (d) Debout.
Source : Composition personnelle.

Afin de tester l'incidence de la position de jeu, quatre positions ont été étudiées (fig. n°2). Nous avons choisi les mêmes positions que dans l'étude d'Ackermann *et al.* (2014), consacrée à l'activité musculaire abdominale chez les joueurs d'instruments à vent.

Chaque participant, dans chaque position, était amené à jouer une séquence standardisée composée d'une phase d'échauffement (gammes et arpèges) destinée à le familiariser avec la position adoptée, d'une phase de jeu durant laquelle la *Pièce n°41* de Jean Calmel (1965) était exécutée, et d'une dernière phase où cinq notes imposées couvrant le registre de la clarinette étaient jouées par le participant afin d'analyser la stabilité des notes produites via analyse spectrale.

Durant la phase de jeu, l'activité du muscle court extenseur et du court fléchisseur du pouce était enregistrée à une fréquence de 1000 Hz à l'aide d'un électromyographe (Biometrics, DataLink). Ces deux muscles ont été choisis

car ce sont ceux principalement mis en jeu pour soutenir la clarinette. Une contraction maximale volontaire des muscles susmentionnés a été réalisée au préalable afin de normaliser les différences de potentiel mesurées en pourcentage de cette valeur. Le signal normalisé était ensuite moyenné pour obtenir la valeur RMS (Root Mean Square) : si X_i désigne la valeur au temps *t*, alors le remplacement $X_i \to \frac{1}{100}\sqrt{\sum_{j=i-50}^{i+50} X_j^2}$ était effectué. L'« activité » a alors été calculée en %.s , pour chaque muscle pris en compte, comme l'aire sous la courbe des données RMS en fonction du temps pendant la phase de jeu.

Durant la dernière phase, le son était enregistré par un micro-enregistreur Zoom (H2 Handy Recorder), puis la variance de la fréquence fondamentale au cours du temps était mesurée pour chaque note grâce au logiciel Mathematica (Wolfram). Ce paramètre mesure le caractère constant ou fluctuant de la hauteur de la note produite par le musicien, soit donc la stabilité du son produit.

La capacité vitale forcée, représentant le volume d'air mesuré lors d'une inspiration complète, était mesurée suivant les recommandations de Mille *et al.* (2007) entre chaque phase grâce à un spiromètre incitatif de façon à examiner si le volume mobilisé variait dans les différentes positions.

Après avoir joué dans les quatre positions, les clarinettistes étaient amenés à compléter, sur une échelle allant de 0 à 10, leur appréciation globale de chaque position, la gêne engendrée par la position au niveau du souffle et la gêne ou douleur ressentie au niveau du pouce droit dans chaque position.

Les résultats obtenus ont été analysés via un test de Friedman avec le seuil de significativité 0.05 pour les différentes positions. Lorsqu'une influence significative du groupe a été révélée, des comparaisons multiples ont été effectuées via un test de Student-Newman-Keuls.

3. Résultats et discussion

3.1. Capacité vitale forcée et stabilité sonore

La capacité vitale forcée est un indicateur apte à quantifier le « souffle disponible » du clarinettiste dans son jeu. Aucune modification statistiquement significative de ce paramètre n'a été constatée entre les différentes positions, avec une valeur moyenne de 3.75 ± 0.35 l/s soit une valeur standard chez des individus ne souffrant d'aucune pathologie pulmonaire (Mille, 2007).

La stabilité du son a été mesurée en calculant la variance des fréquences fondamentales des différentes notes jouées dans la dernière phase du test. Tout comme pour la capacité vitale forcée, ce paramètre ne varie pas significativement en changeant de position, et ce pour toutes les notes jouées.

Nous pouvons conclure de l'analyse de ces deux paramètres que la production du son (en qualité et en quantité) n'est pas significativement affectée par la position du clarinettiste.

3.2. Questionnaire

Les résultats du questionnaire réalisé auprès des musiciens montrent une influence significative de la position ($p<0.01$). Les positions habituelles de jeu du clarinettiste (debout et assise verticale) sont significativement mieux appréciées que les deux autres positions, inclinées ($p<0.01$). Les positions debout et assise verticale sont par ailleurs les préférées de 65 % et 23 % des participants respectivement. Les musiciens ont globalement mieux noté les positions les plus habituelles, car leur pratique antérieure les y avait déjà préparés. De plus, selon les sujets, aucune des positions ne modifiait significativement les douleurs ressenties au niveau du pouce. Un temps de jeu plus long ou une période d'habituation plus longue auraient pu modifier leur ressenti quant au confort associé aux différentes assises notamment.

3.3. Activité musculaire

Les résultats obtenus (tableau n°1) mettent en évidence que la chaise inclinée de 10° vers l'arrière permet de diminuer significativement l'activité du muscle court extenseur du pouce ($p=0.011$). En sachant qu'une surutilisation du pouce peut provoquer des ténosynovites voire une arthrose de l'articulation (Canillas, 2014), nous pouvons supposer qu'une diminution de l'activité du muscle court extenseur du pouce peut effectivement diminuer les douleurs ressenties par les clarinettistes à long terme. L'activité du court fléchisseur ne varie pas selon la position. Une explication mécanique de ce résultat est que, dans la position assise inclinée vers l'arrière, la clarinette est maintenue plus horizontalement, ce qui apporte une plus grande contribution de l'adducteur du pouce au maintien de l'instrument, et soulage donc le court extenseur du pouce.

Activité (%.s)	Assise verticale	Assise inclinée vers l'avant	Assise inclinée vers l'arrière	Debout
Court extenseur du pouce	157 [118-212]	170 [131-238]	145 [125-193]	172 [124-212]
Court fléchisseur du pouce	92 [44-234]	84 [54-155]	71 [55-199]	87 [44-280]

Tableau n°1.
Activités des muscles court extenseur et court fléchisseur du pouce dans les différentes positions.
Les données sont présentées en quartiles sous la forme Q2 [Q1-Q3].

4. Conclusion

La question de notre étude était de savoir si la position adoptée lors du jeu avait un impact sur l'activité musculaire et respiratoire chez le clarinettiste. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence qu'une assise inclinée vers l'arrière, bien que peu naturelle a priori pour le clarinettiste, influence positivement l'activité musculaire des muscles du pouce droit responsables du maintien de l'instrument, sans pour autant avoir une incidence sur la capacité pulmonaire et la qualité du son.

Cette position devrait donc être étudiée de manière plus détaillée, notamment chez des musiciens professionnels et sur de plus longues échelles de temps, de façon à confirmer son intérêt dans la diminution des douleurs du pouce affectant les clarinettistes. Il convient également d'évaluer d'éventuels effets négatifs d'une assise inclinée vers l'arrière sur d'autres muscles (adducteur du pouce par exemple), voire même sur la colonne vertébrale.

Quelle que soit l'intensité de pratique d'un musicien, il est fondamental que celui-ci prenne conscience de l'importance et de l'impact de sa posture pendant la pratique dans le risque d'apparition de troubles musculo-squelettiques. Des échauffements spécifiques seraient sans doute également à mettre au point afin de soulager le pouce droit du clarinettiste.

Bibliographie

Ackermann, B. J., O'Dwyer, N., & Halaki, M. (2014). The Difference between Standing and Sitting in 3 Different Seat Inclinations on Abdominal Muscle Activity and Chest and Abdominal Expansion in Woodwind and Brass Musicians. *Frontiers in Psychology*, 5(913), 1-9.

Berque, P. (2006). *Musculoskeletal Disorders Affecting Musicians and Considerations for Prevention.* Récupéré le 30/08/18 de http://www.musicianshealth.co.uk/musiciansmusculoskeletaldisorders.pdf

Boissé-Rhéault, E., & Bouthillier, P. (2000). La neuropathie du musicien, une corde bien tendue. *Le Médecin du Québec*, 35(12), 63-72.

Canillas, F., Colino, A., & Menéndez, P. (2014). Cellular Phone Overuse as A Cause for Trapeziometacarpal Osteoarthritis: A Two Case Report. *Journal of Orthopaedic Case Reports*, 4(4), 6-8.

Fry, H. J. H. (1987). Prevalence of Overuse: Injury Syndrome in Australian Music Schools. *British Journal of Industrial Medicine*, 44, 35-40.

Hauser-Mottier, A. (2013). Éducation thérapeutique des musiciens. *Kinésithérapie, la Revue*, 13(140), 33-37.

Mille, M. R. *et al.* (2007). Standardisation de la spirométrie. *Revue des Maladies Respiratoires*, 24, 2527-2549.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 109-121



Caractérisation cinématique de la marche de sujets présentant un *genu recurvatum*

Pauline Lavallée
pauline.lavallee3@orange.fr

Promoteur : Frédéric Dierick
Co-promoteur : Fabien Buisseret
Laboratoire Forme & Fonctionnement Humain, CeREF
Haute école Louvain-en-Hainaut
Rue Trieu Kaisin, 136
B – 6061 Montignies sur Sambre
dierickf@helha.be
buisseretf@helha.be

Résumé. – Le but de cette étude est de réaliser une analyse de la cinématique du membre inférieur au cours de la marche chez des sujets présentant une déformation de type *genu recurvatum* afin de déterminer les caractéristiques de la marche de ces derniers. La cinématique du membre inférieur dans le plan sagittal durant la marche d'un groupe de 13 sujets présentant un *genu recurvatum* a révélé plusieurs différences significatives comparativement à un groupe de 13 sujets ne présentant pas de déformation. Une augmentation d'extension et une diminution de flexion de la hanche et du genou ainsi qu'une accentuation de la flexion dorsale de la cheville et une réduction de la flexion plantaire ont été observées. Les angles d'élévation maximum de la jambe et du pied ainsi que le minimum de la cuisse et du pied sont plus importants chez les sujets présentant un *genu recurvatum*. L'apparition des évènements cinématiques particuliers du cycle de marche est en outre plus tardive chez ces sujets. Les résultats obtenus montrent que les sujets présentant un *genu recurvatum* adoptent une cinématique significativement différente des sujets sains, celle-ci pouvant être impliquée dans une usure prématurée du cartilage articulaire du genou.

Abstract. – The purpose of this study is to perform an analysis of lower limb kinematics while walking in subjects with *genu recurvatum* in order to determine the corresponding gait characteristics. Lower limb kinematics performed

in the sagittal plane during walking in a group of 13 subjects with *genu recurvatum* revealed several significant differences when compared with those of a group of 13 subjects without *genu recurvatum*. An increase in extension and a decrease in flexion of the hip and knee, as well as an accentuated ankle dorsiflexion and a reduced plantarflexion, were observed. Maximal leg and foot elevation angles, as well as thigh and foot minimal ones, were greater in subjects with a *genu recurvatum*. The appearance of distinctive kinematic events in the walking cycle was also delayed in these subjects. The results obtained show that subjects with *genu recurvatum* display gait kinematics which are significantly different from those of healthy subjects, and which may be involved in the premature wearing of the knee articular cartilage.

Mots clés. – Cinématique — Cycle de marche — *Genu recurvatum*

1. Introduction

La déformation de type *genu recurvatum* (GR, fig. n°1) est définie par une hyperextension du genou au-delà de 5°; littéralement, les genoux « se plient dans l'autre sens ». Il est le plus souvent bilatéral, symétrique, d'origine constitutionnelle et asymptomatique, dû à une hyperlaxité ligamentaire (Bussière *et al.*, 2001 ; Demey, Lustig, Servien & Neyret, 2013). Malgré l'existence d'une hyperlaxité ligamentaire, les sujets sont considérés comme « sains » et c'est cette population spécifique qui fait l'objet de cette étude. L'hyperlaxité ligamentaire est variable selon l'épidémiologie et la proportion de *recurvatum* peut fluctuer de 10 % à 25 % selon les études (Beighton, 1973 ; Al-Rawl, Al-Aszawi et Al-Chalabi, 1985).

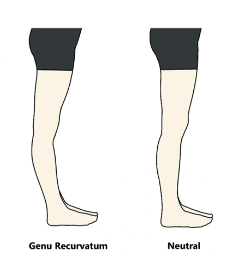


Figure n°1. Illustration d'un genou normal et d'un *genu recurvatum*.

Source : https://muscleand-joint.ca/genu-recurvatum

Plusieurs modifications structurales sont associées au *genu recurvatum* : une ascension et une excentration de la *patella* (plus la rotation interne du fémur est importante, plus la *patella* se latéralise) ainsi qu'une accentuation du *varus* avec une tubérosité tibiale plus latérale par rapport à la trochlée (Bizot, s.d). Avoir un *recurvatum* n'est donc pas sans conséquence sur l'équilibre articulaire du genou. En effet, il modifie la répartition des pressions sur le genou et en particulier sur la partie antérieure des plateaux tibiaux par un excès de déroulement des condyles fémoraux (Bussière *et al.*, 2001). Il peut donc être responsable d'une usure prématurée du cartilage articulaire et par conséquent être à l'origine d'une gonarthrose. La présence d'une déformation de type *genu recurvatum* chez des patients qui vont subir une arthroplastie totale de genou n'est d'ailleurs pas rare (Seo *et al.*, 2017).

L'analyse de la cinématique du membre inférieur des sujets présentant un *genu recurvatum* asymptomatique au cours de la marche, obtenue grâce à l'étude des angles articulaires de la hanche, du genou et de la cheville dans le plan sagittal, n'a pas été abordée dans la littérature à notre connaissance. Il serait donc pertinent de la comparer à des sujets contrôles (sans déformation) afin de mieux identifier et évaluer l'impact de cette déformation du genou sur le schéma de marche habituel. De plus, la cinématique du membre inférieur étant influencée par la vitesse de progression (Mannering, Young, Spelman et Choong, 2017), il n'est pas interdit de penser que la cinématique des articulations du membre inférieur de sujets présentant un *genu recurvatum* soit dépendante de la vitesse de progression.

2. Matériel et méthode

2.1. Population

Un questionnaire en ligne, reprenant les différents critères d'inclusion et d'exclusion des candidats à l'étude, a été proposé aux étudiants de la Haute école Louvain-en-Hainaut (HELHa), site de Montignies-sur-Sambre. Chaque sujet devait être âgé de plus de 18 ans et avoir un indice de masse corporelle (IMC) inférieur à 30 $kg.m^{-2}$. Les participants ne devaient pas être enceinte, pratiquer de la danse classique, de la gymnastique ou du sport à haute intensité. Il était de même primordial que le volontaire n'ait aucun antécédent de traumatisme des membres inférieurs ou du rachis durant les 6 mois précédant la prise de mesure, ayant nécessité ou non une prise en charge en kinésithérapie, médicale ou chirurgicale. Une vérification de l'intégrité des ligaments croisé antérieur (LCA) et postérieur (LCP) par les tests de Lachman et du Tiroir a été effectuée. Au total, 26 sujets ont été inclus dans l'étude et répartis selon la valeur d'extension maximale passive du genou (*recurvatum* ou non) en deux groupes de 13 sujets. Le premier groupe rassemblait les sujets « contrôle », c'est-à-dire ceux dont l'extension du genou ne dépasse pas 5° d'hyperextension passive (âge = 21 ± 1 ans, poids = 63 ± 11 kg, taille = 1.69 ± 0.10 m, amplitude passive du genou : -3 ± 1°), la deuxième comprenait les sujets présentant un *recurvatum* (âge = 21 ± 2 ans, poids = 65 ± 11 kg, taille = 1.68 ± 0.10 m, amplitude passive du genou : -12 ± 3°)[1].

1. Les chiffres sont exprimés en valeur moyenne ± écart-type.

2.2. Protocole

La prise de mesure dynamique a été réalisée durant la marche des sujets sur tapis roulant à 3 vitesses : lente (V1 = 2.5 $km.h^{-1}$), moyenne (naturelle, V2 = 4.8 $km.h^{-1}$) et rapide (V3 = 6.5 $km.h^{-1}$). Les données cinématiques ont été collectées à l'aide d'un système de capture de mouvement VICON® (VICON Motion Systems Ltd., Oxford, UK) composé de 8 caméras opto-électroniques et 16 marqueurs passifs appliqués selon le modèle *Plug-in-Gait* du membre inférieur du VICON® (VICON Motion Systems Ltd, 2017).

Les données fournies par le logiciel Nexus® (relié au VICON®) comprenaient donc l'ensemble des positions des marqueurs au cours du temps ainsi que la valeur des angles des trois articulations principales du membre inférieur, à savoir de la hanche, du genou et de la cheville, durant la totalité de l'acquisition.

Le logiciel R Studio (version 3.4.4.) a été employé pour identifier les *extrema* locaux de chacune des courbes angulaires ainsi que pour calculer le moment d'apparition des points au cours des périodes définies, c'est-à-dire 15 cycles de marche consécutifs. Chaque cycle de marche a été normalisé de 0 % à 100 % correspondant aux attaques talons successives du même pied.

L'analyse statistique des données de l'ensemble de l'étude a été effectuée, à l'aide du logiciel Sigmaplot® v.11.0, sur les variables explicatives de l'étude à savoir le statut du sujet (*recurvatum* ou contrôle) et la vitesse de marche (V1, V2 et V3). L'interaction de ces deux paramètres (statut × vitesse) a également été testée sur l'ensemble des variables. Une ANOVA à mesures répétées à deux facteurs a donc été appliquée (seuil de significativité = 0.05), après vérification de l'homoscédasticité et de la normalité de la distribution des résultats.

3. Résultats

3.1. Population

L'analyse des données anthropométriques (sexe, âge, taille, poids et IMC) et des vitesses de marche des sujets ne révèle aucune différence significative entre les groupes. Dans la suite du texte, nous n'évoquerons que les différences significatives afin de ne pas alourdir le propos.

3.2. Influence du statut

Les sujets présentant un *genu recurvatum* ont une amplitude maximale d'extension de hanche (H1) significativement plus grande de 4.7° que celle des sujets sains ($p<0.001$). Cette constatation est également valable à propos de l'extension de genou durant la phase d'appui unipodale (G3). Une différence significative ($p=0.002$ et $p<0.001$) de 4.6°, 6° et 8.2° respectivement pour les vitesses V1, V2 et V3 est identifiable entre les groupes. Les sujets *genu recurvatum* présentent tous une hyperextension de genou ($\theta < 0°$) en G3, à l'inverse des sujets contrôle. Concernant l'influence du statut sur l'amplitude articulaire du genou durant la phase oscillante (G4), ces derniers (contrôle) fléchissent significativement plus le genou de 3° ($p=0.038$). Des tracés types des angles de la hanche, du genou et de la cheville dans le plan sagittal au cours d'un cycle de marche sont présentés dans les figures n°2, 3 et 4 respectivement.

Concernant le moment d'apparition des évènements au cours du cycle de marche, seul celui de la cheville au moment où le pied se pose à plat (C1) présente une différence significative ($p<0.001$ et $p=0.044$) entre les groupes pour V1 et V2 : les sujets contrôle atteignent ce moment respectivement 2.9 % et 1.5 % plus tôt que les sujets *recurvatum*.

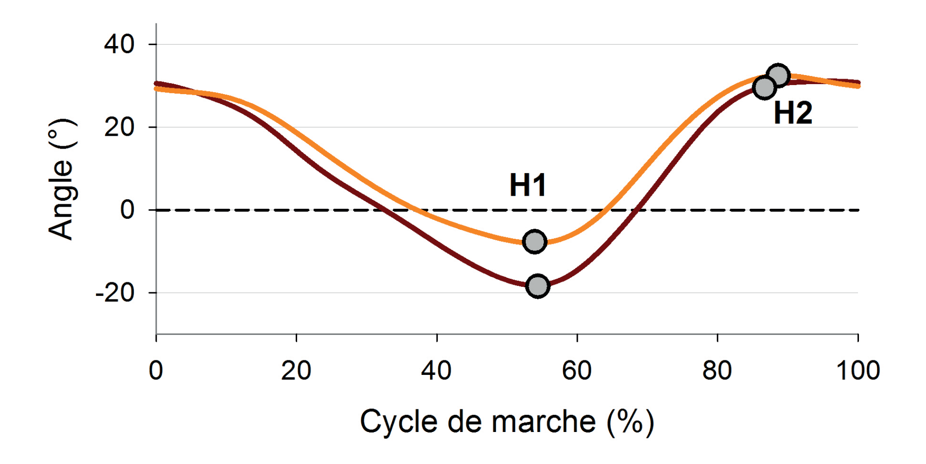


Figure n°2.
Tracé type de l'angle de la hanche d'un sujet contrôle (orange) et d'un sujet *recurvatum* (brun).
Les points correspondant au maximum d'extension (H1) et de flexion (H2) ont été indiqués.

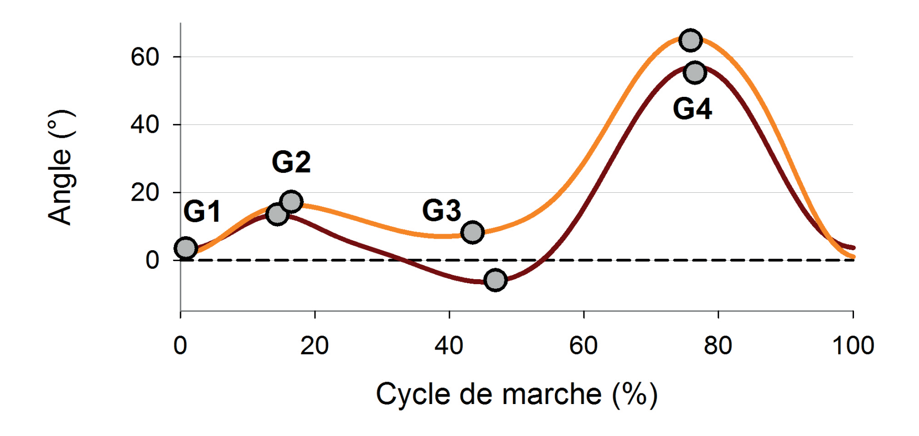


Figure n°3.

Mêmes conventions que pour la figure n°2, mais dans le cas de l'angle du genou. Points remarquables : l'attaque talon (G1), la pose du pied à plat (G2), l'appui unipodal (G3) et le maximum de flexion durant la phase oscillatoire (G4).

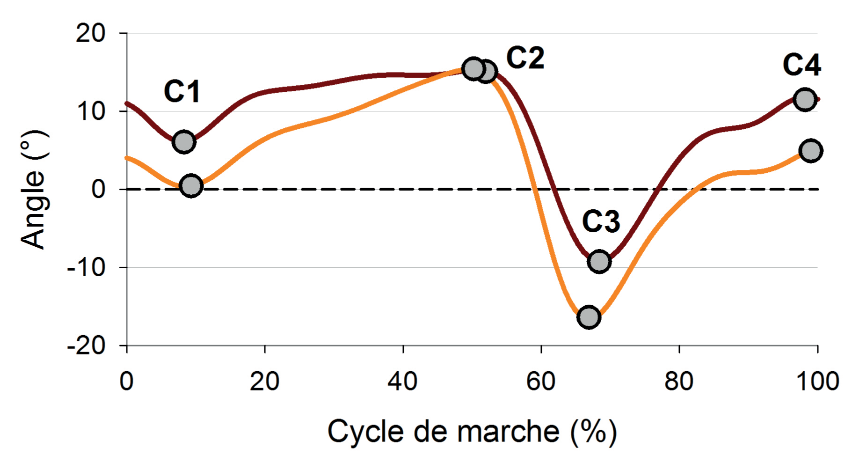


Figure n°4.

Mêmes conventions que pour la figure n°2, mais dans le cas de la cinématique de la cheville. Points remarquables : la pose à plat du pied (C1), le moment de la mise en charge (C2), le décollement des orteils (C3) et la flexion dorsale maximale avant l'attaque talon du cycle suivant (C4).

Le tableau n°1 présente une synthèse des modifications de la marche induites par la présence d'un *genu recurvatum* en comparaison avec le groupe contrôle.

	Valeur angulaire	Moment d'apparition
H1 H2	GR ↗ extension *	GR + tard
	GR ↘ flexion	GR + tard
G1 G2 G3 G4	GR ↗ extension	NE
	GR ↘ flexion	=
	GR ↗ extension *	GR + tard
	GR ↘ flexion *	GR + tard
C1 C2 C3 C4	GR ↘ flexion plantaire	GR + tard *
	GR ↗ flexion dorsale	GR + tard
	GR ↘ flexion plantaire	GR + tard
	GR ↗ flexion dorsale *	GR + tôt

Tableau n°1.
Résumé des résultats de la cinématique des *genu recurvatum* comparés aux sujets contrôle.

Légende : *Genu recurvatum* (GR), non évalué (NE), augmentation (↗), diminution (↘), non différent (=). Les * représentent les résultats significativement différents ($p < 0.05$).

3.2. Influence de la vitesse

L'amplitude d'extension ainsi que de flexion maximale de hanche (H1 et H2) s'amplifient de manière très hautement significative avec la vitesse, respectivement de 7.5° et 9.7° en moyenne.

Une tendance similaire à l'évolution de l'amplitude de la hanche est observée au niveau de celle du genou à la marche. Au moment où le pied se pose à plat au sol (G2), la flexion augmente de 11.2°. Il en est de même au maximum de flexion du genou (G4) durant la phase oscillante. Cette fois, une différence de 7° s'observe entre la vitesse V1 et V2 ainsi qu'entre V1 et V3. Il n'y a pas d'influence de la vitesse sur l'angulation du genou au moment de la phase d'appui unipodal (G3) pour les sujets sains. En revanche, cette extension est significativement accentuée ($p<0.001$) chez les sujets GR lors du passage de V1 à V3 (4.8°) et de V2 à V3 (3.5°).

L'analyse statistique de la cinématique de la cheville montre une amplitude de flexion dorsale du pied significativement réduite ($p<0.001$) de 3.5° durant la phase d'appui unipodal (C2) au fur et à mesure de l'augmentation de l'allure. À l'inverse, la flexion plantaire est accrue de 12.4° durant la phase de propulsion (C3), c'est-à-dire au moment du décollement des orteils.

Le moment d'apparition des évènements au cours du cycle de marche, correspondant aux mêmes points abordés pour les valeurs angulaires, est influencé par la vitesse. Concernant l'extension maximale de la hanche (H2), celle-ci apparaît significativement ($p<0.001$) plus tôt de 2.5 % au plus la vitesse augmente (V1 à V3), contrairement à sa flexion maximale ($p<0.023$) qui arrive plus tard. Le moment d'apparition de G2, quand le pied se pose à plat sur le sol, est significativement ($p=0.022$) augmenté de 1 % avec la rapidité de la marche, de V1 à V3. Enfin, il n'y a pas d'influence de la vitesse sur le moment d'apparition de la cheville à l'instant où le pied se pose à plat (C1) pour les sujets *recurvatum*. En revanche, cette flexion plantaire apparaît significativement plus tôt ($p<0.001$ et $p=0.006$) chez les sujets sains lors de l'augmentation de la vitesse de V1 à V2 (3.3 %) et de V1 à V3 (2 %). Cette dernière influence significativement ($p<0.001$) le moment d'apparition de l'événement phase d'appui unipodal (C2) et du décollement des orteils (C3), respectivement de 15.3 et 5.2 %, de manière à ce qu'ils surviennent plus tôt au cours du cycle. La flexion dorsale maximale précédant l'attaque talon (C4) survient significativement plus tardivement ($p<0.001$) de 11.8 % au plus la vitesse augmente.

	Valeur angulaire	Moment d'apparition
H1	↗ extension *	+ tôt *
H2	↗ flexion *	+ tard *
G1	=	NE
G2	↗ flexion *	+ tard *
G3	↗ * extension	+ tôt
G4	↗ flexion *	+ tôt
C1	↗ flexion plantaire *	+ tard *
C2	↘ flexion dorsale *	+ tôt *
C3	↗ flexion plantaire *	+ tôt *
C4	↘ * flexion dorsale	+ tard *

Tableau n°2.
Résumé des résultats de la cinématique en fonction de la vitesse.
Les notations sont identiques au tableau n°1.

4. Discussion

4.1. Le groupe contrôle

Les valeurs remarquables d'angles de la hanche, du genou et de la cheville sont des repères usuels dans l'analyse cinématique de la marche (Kadaba, Ramakrishnan et Wootten, 1990 ; Kirtley, 2006 ; Noyes *et al.*, 2016). L'ensemble des valeurs ainsi que leur moment d'apparition dans le cycle de marche des sujets contrôles de l'étude est comparable aux valeurs présentées dans la littérature pour une vitesse naturelle (Kirtley, 2006 ; Kadaba *et al.*, 1990 ; Winter, 1987), correspondant à V2 dans cette étude.

4.2. Influence du *genu recurvatum*

Noyes *et al.* (2016) rapportent une analyse cinématique détaillée de la marche avec *genu recurvatum* ainsi que son évolution suite à un programme de réentrainement à la marche. Cependant, les sujets inclus dans leur étude présentent des *genu recurvata* consécutifs à une lésion du complexe ligamentaire postéro-latéral du genou. Malgré que leur échantillon soit donc différent de notre groupe *recurvatum*, il n'est pas interdit de faire une comparaison avec nos résultats, à savoir l'observation d'un premier schéma de marche caractérisé par l'apparition ponctuelle d'une hyperextension du genou à deux moments de la phase d'appui au cours du cycle de marche (à l'attaque talon et lors de la phase d'appui unipodal). Un second schéma est quant à lui caractérisé par la persistance de cette hyperextension observée lors de l'attaque talon pendant l'appui unipodal.

Notre étude révèle une différence non significative de l'amplitude d'extension de l'articulation du genou à l'attaque talon entre les groupes. Cependant Noyes et al. (2016) montrent qu'elle est très significativement accentuée chez les sujets *recurvatum* de son expérimentation et que la flexion du genou durant la mise en charge sur le membre est significativement plus importante chez les sujets sains. Nous observons ce même phénomène dans notre étude, cependant la différence ne s'est pas avérée statistiquement significative. Enfin, dans la présente étude, la flexion du genou lors de la phase d'oscillation est significativement inférieure chez les sujets présentant un *recurvatum*.

Bien que les sujets inclus notre étude sont sains et ceux inclus dans celle de Noyes et al. (2016) présentent des lésions ligamentaires, l'analyse de leur cinématique montre des similarités, notamment lors de la mise en charge sur

le membre inférieur. Ces modifications au cours du cycle de marche peuvent donc avoir un impact sur l'intégrité articulaire du sujet *recurvatum* comparée à celle des sujets sains. Cela pourrait se produire au moment de la phase d'appui sur le membre qui est fortement accentuée avec le *recurvatum*.

4.3. Influence de la vitesse de marche

Notre étude confirme les observations de Kwon *et al.* (2015) et de Dziuba *et al.* (2015) : l'extension et la flexion de hanche augmentent toutes deux avec la vitesse. Concernant l'amplitude en extension du genou au moment de l'attaque talon, nous ne pouvons pas affirmer qu'elle est significativement influencée par la vitesse. Elle a toutefois tendance à diminuer de la vitesse lente à la vitesse naturelle et à augmenter de la vitesse naturelle à la plus rapide chez l'ensemble des sujets. Mannering *et al.* (2017) décrivent cette même diminution, significative de 1.2° lors du passage d'une vitesse lente à une vitesse naturelle. L'étude de Dziuba *et al.* (2015) montre, de plus, que cette diminution existe aussi entre une vitesse lente et une rapide.

La littérature montre que la flexion du genou durant la phase d'appui augmente avec la vitesse. Cette constatation est identique pour l'amplitude de flexion au cours de la phase oscillante (Dziuba *et al.*, 2015 ; Kwon *et al.*, 2015 ; Mannering *et al.*, 2017 ; Winter, 1987). De plus, cette dernière observation apparaît significativement différente selon le statut des sujets dans notre étude. En effet, les sujets présentant un *genu recurvatum* fléchissent moins leurs genoux que les sujets ne présentant pas de déformation. Comme l'ont expliqué Mannering *et al.* (2017), l'augmentation de la flexion du genou durant la phase d'appui lors de la marche à grande vitesse peut permettre la répartition des forces internes du genou sur une plus grande région du cartilage tibio-fémoral. Lelas, Merriman, Riley et Kerrigan (2003) émettent également l'hypothèse que cette flexion du genou lors de la phase d'appui est nécessaire afin de permettre une meilleure « absorption des chocs ». Si ces hypothèses sont avérées, il en résulte l'observation suivante : les sujets présentant un *genu recurvatum* fléchissent moins leur genou durant les deux phases de flexion au cours du cycle de marche et donc répartissent moins bien les forces de compression sur les surfaces articulaires du genou et ce en particulier lors de la phase d'appui. Ceci pourrait être à l'origine d'une diminution de l'absorption des chocs provoqués par la marche et abimer par conséquent leur articulation plus précocement que les sujets ne présentant pas de déformation.

L'amplitude d'extension du genou au moment de la mise en charge s'accroit avec la vitesse. Cette observation est cohérente avec celle réalisée par Clément (2018) : une vitesse de marche naturelle entraîne, entre autres, moins de flexion de genou en fin de phase d'appui comparativement à une vitesse de marche lente. De plus, l'analyse de l'interaction du statut du sujet avec la vitesse de marche montre que les sujets sains présentent, comme dans l'étude de Mannering *et al.* (2017), une diminution d'extension avec la vitesse, bien que celle-ci soit non significative. En revanche, cette hyperextension accrue avec la vitesse est significative pour les sujets présentant un *genu recurvatum*.

L'ensemble des moments d'apparition des points remarquables de la cinématique au cours du cycle de marche est comparable avec les valeurs présentées dans la littérature (Dziuba *et al.*, 2015). Les variations du moment d'apparition sont semblables selon le statut du sujet (*recurvatum* ou sans déformation).

5. Conclusion et perspectives de l'étude

Seo *et al.* avançaient l'idée en 2017 qu'une déformation de type *genu recurvatum*, nuisant à l'intégrité de l'articulation, pouvait induire une usure prématurée du cartilage articulaire et être dès lors à l'origine d'une gonarthrose. De plus, les conséquences de cette particularité pourraient être renforcées par des modifications cinématiques au cours de la marche. Les résultats de cette étude ont une certaine importance sur le plan clinique puisqu'ils confirment l'hypothèse que la présence d'une déformation de type *genu recurvatum* influence la cinématique de la marche. En effet, l'extension du genou des sujets présentant un *genu recurvatum* (diagnostiqué en statique) lors de l'appui unipodal au cours du cycle de marche, s'accentuant avec la vitesse, permet de mettre en évidence un *genu recurvatum* dynamique, contrairement aux sujets ne présentant pas de déformation. De plus, les sujets présentant un *genu recurvatum* fléchissent moins leurs genoux, à n'importe quelle vitesse, que les sujets sains durant les deux phases de flexion du cycle de marche. Selon Mannering *et al.* (2017) et Lelas *et al.* (2003), les forces de compression sont donc moins bien réparties sur les surfaces articulaires du genou durant l'amplitude totale de flexion/extension tout au long du cycle de marche. Ces phénomènes pourraient donc être responsables de l'usure prématurée du cartilage articulaire du genou chez les sujets présentant cette déformation.

L'identification d'un *genu recurvatum* durant la marche devrait permettre, pour le kinésithérapeute, d'intervenir à l'aide d'exercices ou d'un programme

de réentrainement à la marche tel que présenté par Noyes *et al.* (2016). Dans cette dernière étude, il est montré qu'après le programme de réentrainement à la marche proposé aux sujets *recurvatum*, les schémas de marche se sont normalisés. Cependant, à notre connaissance, une telle étude n'a pas encore été menée sur des sujets *recurvatum* sans lésions ligamentaires et asymptomatiques. Il serait donc intéressant d'évaluer l'impact d'un tel programme de rééducation sur la marche avec pour objectif à plus long terme d'améliorer la qualité de vie future des personnes possédant un *genu recurvatum* et de retarder par la même occasion la pose d'une prothèse de genou pour pallier l'usure cartilagineuse précoce.

Bibliographie

Al-Rawi, Z. S., Al-Aszawi, A. J., & Al-Chalabi, T. (1985). Joint Mobility among University Students in Iraq. *British Journal of Rheumatology*, 24(4), 326-331.

Beighton, P., Solomon, L., & Soskolne, C. L. (1973). Articular Mobility in an African Population. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 32(5), 413-418.

Bizot, P. (s. d). *Genu recurvatum de l'adulte* [PDF]. Consulté à l'adresse https://www.clubortho.fr/cariboost_files/Genou_20Recurvatum_20Bizot.pdf

Bussière, C., Aït Si Selmi, T., Neyret, P. (2001). Genu recurvatum. *EMC - Appareil locomoteur*, 8(4), 1-9 [Article 14-327-A-10]. Repéré à https://www.em-consulte.com/article/8295/genu-recurvatum

Clément, J., Toliopoulos, P., Hagemeister, N., Desmeules, F., Fuentes, A., & Vendittoli, P.-A. (2018). Healthy 3D Knee Kinematics during Gait: Differences between Women and Men, and Correlation with X-ray Alignment. *Gait & Posture*, 64, 198-204. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.06.024

Demey, G., Lustig, S., Servien, E., Neyret, P. (2013). Genu recurvatum osseux. *EMC - Appareil locomoteur*, 8(4), 1-9 [Article 14-327-A-10]. Consulté à l'adresse https://www.em- consulte.com/en/article/844415

Dziuba, A. K., Żurek, G., Garrard, I., & Wierzbicka-Damska, I. (2015). Biomechanical Parameters in Lower Limbs during Natural Walking and Nordic Walking at Different Speeds. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 01/2015; ISSN 1509-409X. https://doi.org/10.5277/abb-00077-2014-01

Kadaba, M. P., Ramakrishnan, H. K., & Wootten, M. E. (1990). Measurement of Lower Extremity Kinematics during Level Walking. *Journal of Orthopaedic Research*, 8(3), 383-392. https://doi.org/10.1002/jor.1100080310

Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis Theory and Practice*. Consulté à l'adresse http://www.sciencedirect.com/science/book/9780443100093

Kwon, J. W., Son, S. M., & Lee, N. K. (2015). Changes of Kinematic Parameters of Lower Extremities with Gait Speed: A 3D Motion Analysis Study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 477-479. https://doi.org/10.1589/jpts.27.477

Lelas, J. L., Merriman, G. J., Riley, P. O., & Kerrigan, D. C. (2003). Predicting Peak Kinematic and Kinetic Parameters from Gait Speed. *Gait & Posture*, 17(2), 106-112.

Mannering, N., Young, T., Spelman, T., & Choong, P. F. (2017). Three-dimensional Knee Kinematic Analysis during Treadmill Gait: Slow Imposed Speed *versus* Normal Self-selected Speed. *Bone & Joint Research*, 6(8), 514-521. https://doi.org/10.1302/2046-3758.68.BJR-2016-0296.R1

Noyes, F. R., Dunworth, L. A., Andriacchi, T. P., Andrews, M., & Hewett, T. E. (1996). Knee Hyperextension Galt Abnormalities in Unstable Knees: Recognition and Preoperative Gait Retraining. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(1), 35-45. https://doi.org/10.1177/036354659602400107

Seo, S.-S., Kim, C.-W., Lee, C.-R., Seo, J.-H., Kim, D.-H., & Kim, O.-G. (2018). Outcomes of Total Knee Arthroplasty in Degenerative Osteoarthritic Knee with genu recurvatum. *The Knee*, 25(1),167-176. https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.10.008

Winter, D. A. (1987). *The Biomechanics and Motor Control of Human Gait*. Waterloo, Ontario : University of Waterloo Press.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 123-144



L'efficacité potentielle de l'électrostimulation sur le fonctionnement du membre supérieur du sujet hémi-parétique/plégique provient-elle des courants électriques et/ou de l'observation motrice ?

Marine Lebrun
marine-lebrun@orange.fr

Promoteurs : Ralph Delire & Carlyne Arnould
Laboratoire Forme et Fonctionnement Humain
Département de kinésithérapie
Haute école Louvain-en-Hainaut
136, rue Trieu Kaisin
B – 6061, Montignies-sur-Sambre
arnouldc@helha.be

Résumé. – L'objectif de cette étude est de montrer si l'efficacité potentielle de l'électrostimulation neuromusculaire (NMES) sur le fonctionnement du membre supérieur du sujet hémi-parétique/plégique provient des courants électriques et/ou de l'observation motrice. Neuf sujets ont été stratifiés puis randomisés en 2 groupes : un groupe expérimental recevant la NMES associée à l'observation motrice du membre supérieur (n=5, seuls 4 ayant été inclus dans l'analyse) et un groupe contrôle recevant la NMES sans accès visuel au membre en mouvement (n=4). La NMES, appliquée aux extenseurs du poignet et des doigts en complément de la thérapie conventionnelle, a été administrée à raison de 24 séances de 25 minutes réparties sur 4 semaines. Les évaluations Fugl-Meyer (sous-score moteur du membre supérieur), *Stroke Upper Limb Capacity Scale* et ABILHAND ont été réalisées avant (T0), après (T1) et 1 mois après la fin du traitement (T2). Globalement, les deux groupes tendent à améliorer

l'ensemble des scores entre T0-T1 et entre T0-T2, avec des améliorations plus importantes pour le groupe expérimental. Contrairement aux sujets du groupe contrôle, les sujets du groupe expérimental amélioraient significativement leur habileté manuelle entre T0-T1 et entre T0-T2. L'observation motrice semble apporter de réels bénéfices lors de l'application de la NMES sur la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur parétique et devrait être prise en compte dans de futures études et dans la pratique clinique.

Abstract. – The aim of this study is to demonstrate whether the potential efficacy of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on the functioning of the upper extremity of a hemiparetic/hemiplegic subject derives from the electrical currents and/or the motor observation. Nine subjects were stratified and randomised into 2 groups: an experimental group receiving the NMES combined with the motor observation of the upper limb (n=5, with only 4 included in the analysis) and a control group receiving NMES without visual access to the upper extremity in motion (n=4). NMES, applied to wrist and finger extensors in addition to conventional therapy, was administered in 24 sessions of 25 minutes each over a period of 4 weeks. Fugl-Meyer (motor sub-score of upper limb), Stroke Upper Limb Capacity Scale, and ABILHAND assessments were performed before (T0), after (T1), and 1 month after completion of treatment (T2). On the whole, both groups tended to improve overall scores between T0-T1 and between T0-T2, with greater improvements in the experimental group. Contrary to the control group, subjects in the experimental group significantly improved their manual ability between T0-T1 and between T0-T2. Motor observation seems to offer a real advantage when applying NMES for motor and functional recovery of the paretic upper limb and should thus be taken into account in future studies and clinical practice.

Mots clés. – Accident vasculaire cérébral — Électrostimulation neuromusculaire — Observation motrice — Membre supérieur

1. Introduction

En 2016, le risque d'avoir un accident vasculaire cérébral (AVC) au cours de sa vie était estimé à 25 % dans la population des plus de 25 ans (Gorelick, 2019). Près de 13,7 millions de nouveaux cas d'AVC ont été recensés dans le monde en 2016 (Global Burden of Diseases 2016 Neurology Collaborators, 2019). Sa prévalence croît en raison du vieillissement de la population, des campagnes de prévention et de l'amélioration de la prise en charge aiguë des AVC ischémiques (Ovbiagele *et al.*, 2013).

La majorité des personnes survivant à un AVC présentent une déficience motrice à long terme, l'hémiparésie voire l'hémiplégie, touchant souvent plus sévèrement le membre supérieur et notamment son extrémité distale du côté controlatéral à la lésion cérébrale (Boyaci *et al.*, 2013 ; Hatem *et al.*, 2016). Ceci engendre des limitations fonctionnelles d'activités à long terme (*e.g.*, difficultés dans les activités de préhension et de manipulation liées à une diminution de la

dextérité manuelle) (Bleyenheuft & Gordon, 2014) ainsi que des restrictions de participation impactant la qualité de vie des sujets (Boyaci *et al.*, 2013 ; De Kroon *et al.*, 2005 ; Langhorne, Coupar & Pollock, 2009 ; Nichols-Larsen *et al.*, 2005). Avec le temps, les personnes ayant survécu à un AVC tendent à sous-utiliser leur membre supérieur parétique/plégique en utilisant leur membre sain de manière prédominante et en adoptant diverses stratégies compensatoires pouvant aller jusqu'à ne plus intégrer le membre atteint dans les activités fonctionnelles ; c'est le phénomène de non-utilisation apprise (Raghavan, 2015 ; Taub *et al.*, 2006). À 3 mois post-AVC, 40 % des sujets conservent une déficience légère à modérée et 40 % présentent une fonction de leur membre supérieur significativement déficiente (Parker, Wade & Langton Hewer, 1986 ; Vafadar, Côté & Archambault, 2015).

De nombreuses techniques thérapeutiques ont été développées afin de favoriser le retour d'un fonctionnement normal du membre supérieur pour les sujets ayant une hémiparésie ou une hémiplégie (Hebert *et al.*, 2016). Parmi elles se trouvent l'électrostimulation neuromusculaire (NMES, sous-entendue passive) et l'observation motrice. La NMES consiste en l'application d'un courant, via des électrodes de surface, engendrant « des contractions musculaires cycliques sans participation active du patient » (Boyaci *et al.*, 2013). La NMES appliquée aux muscles extenseurs du poignet et des doigts pourrait améliorer la force musculaire, l'amplitude active d'extension du poignet (Hatem *et al.*, 2016 ; Nussbaum *et al.*, 2017) et le contrôle moteur (De Kroon *et al.*, 2002). Hatem *et al.* (2016) recommandent l'utilisation de la NMES passive comme thérapie adjuvante, en phases aiguë et subaiguë de l'AVC, afin de viser une amélioration des déficiences motrices du membre supérieur. En revanche, plusieurs auteurs indiquent que les preuves sont insuffisantes pour conclure quant à l'efficacité de la NMES sur la fonction motrice (Pomeroy *et al.*, 2006) et les capacités fonctionnelles (De Kroon *et al.*, 2002).

L'observation motrice peut globalement être définie comme une technique « passive » consistant en l'observation de mouvements par un individu. L'observation motrice se base sur la théorie du système des neurones miroirs (Ertelt *et al.*, 2007 ; Fadiga *et al.*, 1995), qui est un réseau complexe de neurones visuo-moteurs s'activant lorsqu'un sujet exécute un mouvement, lorsqu'il observe ce même mouvement réalisé par un autre sujet (sans l'exécuter lui-même) (Rizzolatti & Craighero, 2004), mais aussi lorsqu'il imagine ce mouvement (Jeannerod, 2001 ; Ramachandran & Altschuler, 2009). Le système des neurones miroirs semble activer le système moteur de manière presque similaire lors de la réalisation, mais aussi lors de l'observation d'une action, générant,

dans les deux cas, une représentation interne de l'action (Rizzolatti & Craighero, 2004), facilitant l'apprentissage et le réapprentissage moteur (Ertelt *et al.*, 2012 ; Rizzolatti & Craighero, 2004). La thérapie miroir, forme d'observation motrice la plus étudiée dans la littérature, est recommandée par plusieurs auteurs de revues systématiques pour la récupération de la fonction motrice du membre supérieur et pour la réalisation des activités de la vie journalière (Hatem *et al.*, 2016 ; Hebert *et al.*, 2016).

Vu le rôle potentiel de l'observation dans la récupération motrice de patients ayant subi un AVC, il semble pertinent de soulever un problème dans les études sur la NMES lorsque l'on considère les modalités d'application. Les études sur la NMES ne précisent pas si les sujets avaient pour consigne d'observer ou non le mouvement déclenché par la stimulation électrique. En effet, les mécanismes neurophysiologiques associés à l'observation motrice pourraient favoriser davantage la récupération de la fonction motrice du membre supérieur chez les patients post-AVC que la simple application d'un courant externe stimulant un ou plusieurs muscles. Les résultats de précédentes études associant une forme d'électrostimulation à la thérapie miroir semblent déjà aller dans ce sens (Kim, Lee & Song, 2014 ; Kojima *et al.*, 2014 ; Yun *et al.*, 2011). À notre connaissance, aucun auteur n'a étudié les effets de la NMES associée ou non à l'observation motrice directe du membre parétique/plégique du sujet afin de déterminer la ou les composantes pouvant expliquer l'efficacité de la NMES. Cette étude vise donc à déterminer si l'efficacité potentielle de la stimulation électrique neuromusculaire sur le fonctionnement du membre supérieur parétique/plégique suite à un AVC provient des courants électriques et/ou de l'observation motrice.

2. Méthodes

2.1. Participants

L'ensemble des sujets a été recruté au sein du Centre hospitalier neurologique (CHN) William Lennox à Ottignies aux mois de mai et d'octobre 2018. L'accord du comité d'éthique local du CHN William Lennox a été obtenu et tous les sujets participant à l'étude ont donné leur consentement éclairé par écrit. Les participants devaient présenter les critères suivants pour être inclus dans l'étude : (a) avoir au moins 18 ans ; (b) avoir été victime pour la première fois d'un AVC ; (c) être en phase subaiguë de l'AVC (14e jour - 6e mois post-AVC) ; (d) avoir des capacités motrices du membre supérieur parétique/plé-

gique pauvres à notables (sous-score moteur du membre supérieur de l'échelle Fugl-Meyer, FMA-UE, ≤ 50/66) (Hoonhorst *et al.*, 2015) ; (e) avoir la capacité de maintenir son attention pendant 30 minutes consécutives ; (f) avoir la capacité de maintenir la station assise sur une chaise sans accoudoir pendant 30 minutes ; (g) avoir la capacité de maintenir une position du membre supérieur permettant l'application de l'électrostimulation et l'observation du membre. Les participants n'étaient pas inclus s'ils présentaient les critères suivants : (a) avoir des antécédents orthopédiques, rhumatologiques ou neurologiques autres que l'AVC responsable de l'hospitalisation actuelle ayant occasionné des séquelles au membre supérieur stimulé ; (b) avoir un état médical instable ; (c) avoir des troubles cognitifs, de l'attention et/ou de la communication entravant la bonne compréhension et/ou la réalisation du traitement et des évaluations ; (d) avoir une anesthésie totale ou des troubles de la sensibilité algique au membre supérieur parétique/plégique ; (e) avoir des troubles visuels non corrigés empêchant l'observation du membre en mouvement ; (f) avoir un diagnostic d'épilepsie ; (g) avoir un pacemaker ou tout autre appareil de stimulation implanté ; (h) avoir une pièce métallique incluse au membre supérieur ; (i) avoir une plaie cutanée au niveau de l'avant-bras à stimuler ; (j) avoir reçu de la toxine botulique au niveau du membre supérieur parétique/plégique dans les 6 derniers mois, ou avoir eu un changement de doses d'un traitement agissant sur le tonus durant l'étude (*e.g.*, le baclofen) ; (k) participer simultanément à une thérapie intensive de type contrainte induite. Les sujets étaient exclus s'ils présentaient une intolérance au courant ou s'ils recevaient une injection de toxine botulique dans le membre supérieur pendant l'étude.

L'échantillon a été stratifié à partir de la médiane du FMA-UE afin d'obtenir la plus grande homogénéité possible entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Au sein de chaque strate (*i.e.*, sujets avec un score < médiane et sujets avec un score ≥ médiane), les sujets ont été randomisés en deux groupes : un groupe expérimental recevant la NMES tout en observant le membre parétique/plégique en mouvement, et un groupe contrôle ne recevant que la NMES sans possibilité d'observation du membre supérieur.

2.2. Intervention

Chaque sujet a bénéficié d'un total de 10 heures de NMES (Hsu *et al.*, 2010), administrées à raison de 24 séances de 25 minutes réparties sur 4 semaines. Lors des séances de NMES, les patients étaient assis sur une chaise (ou un fauteuil roulant), pieds posés à plat au sol (ou sur les cale-pieds). Le membre supérieur atteint était positionné sur une table ajustable en hauteur (hauteur

déterminée par l'appui complet de l'avant-bras sur la table), l'épaule et le coude légèrement fléchis et l'avant-bras en pronation. Un petit coussin était placé sous le coude et l'avant-bras afin de favoriser le confort, d'éviter toute douleur, et de placer le poignet en légère flexion palmaire pour augmenter l'amplitude de mouvement observé et/ou ressenti (fig. n°1). Les sujets du groupe expérimental avaient pour consigne d'observer le mouvement de leur membre stimulé tout au long de la séance. Seuls les sujets du groupe contrôle avaient leur membre supérieur placé dans une boîte posée sur la table empêchant l'observation motrice du membre stimulé. L'électrode active (positive) était placée à la limite du tiers supérieur et du tiers moyen de la face postéro-externe de l'avant-bras et l'électrode inactive (négative) était placée à la partie distale de la face postérieure de l'avant-bras, juste au-dessus du poignet.



Figure n°1.

Position des sujets lors des séances d'électrostimulation neuromusculaire. La figure illustre un sujet du groupe contrôle, la boîte empêchant l'observation du membre supérieur parétique/plégique en mouvement. Les sujets du groupe expérimental étaient installés dans la même position, la seule différence étant l'absence de la boîte.

Source : cliché personnel.

Afin d'apporter au traitement efficacité, innocuité et confort, le courant sélectionné reprenait les 4 paramètres caractérisant une impulsion optimale : 1) courant rectangulaire ; 2) courant bidirectionnel symétrique à moyenne électrique nulle ; 3) impulsions de brève durée (ou faradiques, l'innervation du

muscle n'étant pas atteinte) et adaptées à la chronaxie[1] des fibres musculaires stimulées, fixée dans cette étude à 200µs ; 4) courant de basse fréquence (*i.e.*, < 100Hz) fixée à 50Hz (Crépon, 2012, p. 23) afin de stimuler les fibres musculaires de types I et II. L'intensité du courant, adaptée à chaque sujet, était augmentée progressivement jusqu'à obtenir un mouvement complet d'extension du poignet et des doigts, tout en restant sous le seuil douloureux afin d'assurer le confort au sujet. Une pente d'établissement de 2 secondes était programmée au début et à la fin de chaque train d'impulsions. Les périodes de travail étaient de 10 secondes, en alternance avec des périodes de repos de 15 secondes.

2.3. Évaluations

Les sujets ont été évalués à trois reprises : avant le traitement (T0), à la fin du traitement (T1), et un mois après la fin du traitement (T2). La fonction motrice du membre supérieur parétique/plégique a été évaluée grâce au sous-score moteur du membre supérieur de l'échelle Fugl-Meyer (FMA-UE) (Fugl-Meyer *et al.*, 1975), la fonctionnalité du membre supérieur parétique grâce au *Stroke Upper Limb Capacity Scale* (SULCS) (Roorda *et al.*, 2011), et l'habileté manuelle grâce au questionnaire ABILHAND (Penta, Tesio, Arnould, Zancan, & Thonnard, 2001).

2.4. Analyses statistiques

La comparaison des caractéristiques des deux groupes en T0 a été réalisée grâce aux tests de Fisher pour les données nominales dichotomiques, au test *t* de Student pour les données à intervalles ou à ratio et au test de Mann-Whitney pour les données ordinales. Les comparaisons des scores aux différents temps d'évaluation ont été réalisées, au sein de chacun des groupes, au moyen d'une ANOVA à mesures répétées sur les rangs de Friedman pour les scores ordinaux du FMA-UE et du SULCS. Une ANOVA à mesures répétées à 2 facteurs (« temps » et « groupe »), associée au test de Holm-Sidak pour les comparaisons multiples, a été calculée pour les mesures d'ABILHAND. Enfin, la différence des scores aux différents temps d'évaluation a été calculée afin de déterminer les progrès de chaque groupe (T1-T0, T2-T1 et T2-T0). Les comparaisons intergroupes des progrès aux différents temps ont été réalisées grâce

1. Chronaxie : durée minimale de l'impulsion électrique nécessaire pour atteindre le seuil de la contraction avec une intensité double de la rhéobase, c'est-à-dire une intensité double de l'intensité nécessaire pour obtenir une contraction musculaire visible avec un courant rectangulaire de durée « infinie » (>100 ms) (Crépon, 2012, p. 47).

au test *t* de Student pour les mesures d'ABILHAND et au test de Mann-Whitney pour les scores ordinaux du FMA-UE et du SULCS.

3. Résultats

Sur les 147 patients hospitalisés au cours des mois de recrutement, 9 sujets satisfaisaient aux critères de sélection et ont été inclus dans l'étude : 5 composaient le groupe expérimental et 4 le groupe contrôle. Toutefois, un sujet du groupe expérimental a dû être exclu au cours de l'étude en raison d'injections de toxine botulique. Les caractéristiques démographiques et cliniques des deux groupes ne différaient pas significativement pour l'ensemble des variables mesurées (tableau n°1 ; $p \geq 0{,}117$), hormis pour le sexe ($p=0{,}029$).

Variables	Groupe expérimental (n=4)	Groupe contrôle (n=4)	p-valeur
Âge (années)	78,53 ± 8,40	63,54 ± 14,09	0,117
Sexe (n)			0,029*
Masculin	4	0	
Féminin	0	4	
AVC (n)			1,000
Ischémique	2	3	
Hémorragique	2	1	
Hémisphère lésé (n)			1,000
Droit	2	1	
Gauche	2	3	
Délai depuis l'AVC (jours)	53,25 ± 30,36	74,00 ± 57,39	0,546
FMA-UE (/66)	21 [12-36,5]	26 [9-39]	0,886
FMA-UE proximal (/36)	15 [10-22]	18,5 [9-27,5]	1,000
FMA-UE distal (/30)	6 [2-14,5]	3 [0-11,5]	0,686
SULCS (/10)	3 [2-4]	2,5 [1-3,5]	0,686
ABILHAND (% logits)	35,84 ± 4,06	37,28 ± 7,70	0,753

Tableau n°1.
Caractéristiques démographiques et cliniques initiales des groupes expérimental (n=4) et contrôle (n=4)

FMA-UE : sous-score moteur du membre supérieur de l'échelle Fugl-Meyer ; SULCS : *Stroke Upper Limb Capacity Scale*. Les données présentées représentent le nombre d'individus (n) pour les données nominales, les moyennes et écarts-types (moyenne ± SD) pour les données à intervalles ou à ratio et les médianes et 1er et 3e quartiles (médiane [Q1-Q3]) pour les données ordinales.

* $p < 0{,}05$ indique une différence statistiquement significative.

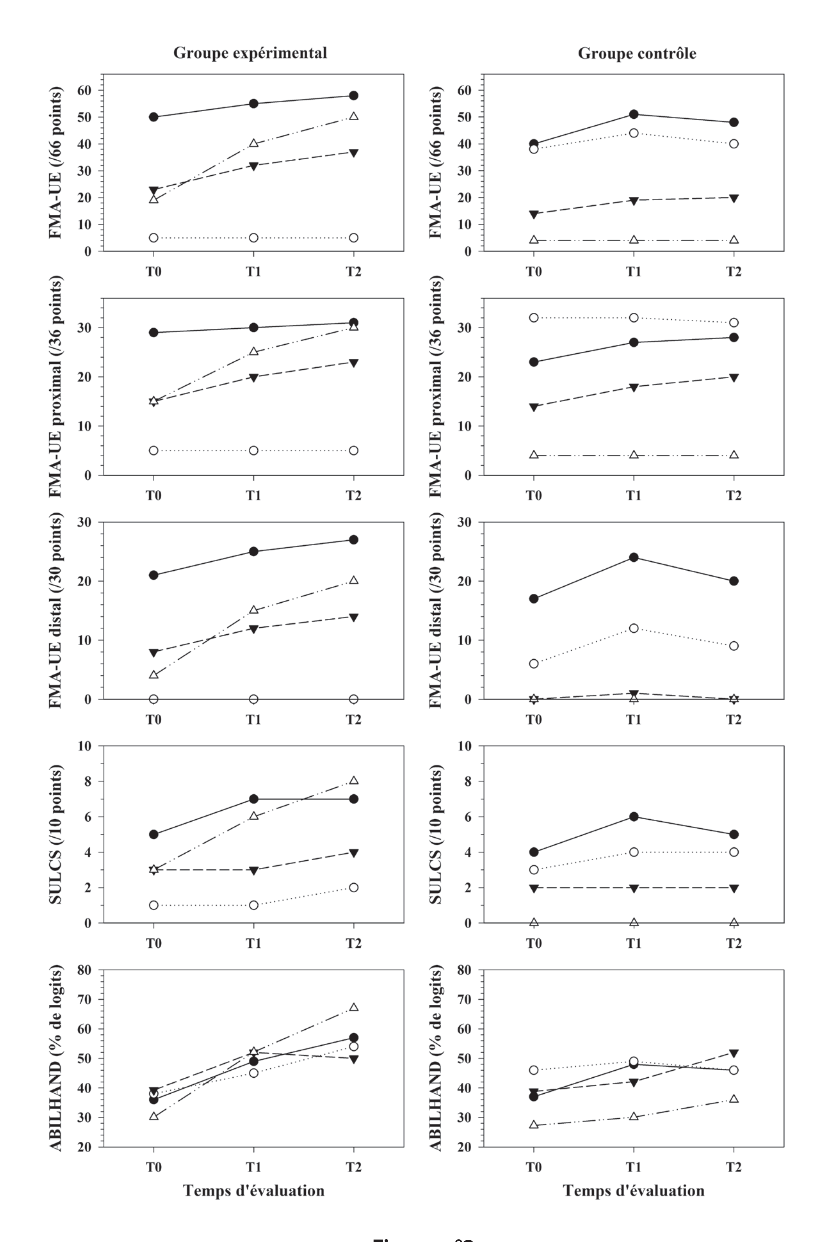


Figure n°2.

Évolution des scores et sous-scores des 3 évaluations (sous-score moteur du membre supérieur total, proximal, et distal de l'échelle Fugl-Meyer [FMA-UE] pour mesurer la fonction motrice du membre supérieur parétique ; *Stroke Upper Limb Capacity Scale* [SULCS] pour mesurer la fonctionnalité du membre supérieur parétique ; ABILHAND pour mesurer l'habileté manuelle) pour chacun des sujets des groupes expérimental (graphiques de gauche) et contrôle (graphiques de droite) à T0 (avant le traitement), T1 (après le traitement) et T2 (1 mois après la fin du traitement).

La figure n°2 illustre l'évolution des scores, sujet par sujet, pour chacune des 3 évaluations réalisées à T0, T1 et T2. Globalement, la fonction motrice totale, proximale et distale du membre supérieur parétique (FMA-UE) tend à augmenter durant la NMES avec observation motrice du membre stimulé et tend encore à augmenter lors du suivi 1 mois après le traitement ($p=0,125$). La fonction motrice du membre supérieur parétique des sujets du groupe contrôle tend également à augmenter, dans une moindre mesure, juste après la NMES sans observation motrice du membre stimulé, mais cette légère amélioration n'est pas maintenue lors du suivi, au niveau distal alors qu'elle est conservée, voire améliorée, au niveau proximal ($p\geq0,125$). La fonction motrice distale du membre supérieur s'améliore donc significativement davantage, entre T1 et T2, dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle ($p=0,029$). De plus, la moitié des patients du groupe expérimental atteignent la différence minimale cliniquement importante de l'échelle FMA-UE (équivalente à une différence de 10 points) entre T0 et T2, tandis qu'aucun sujet du groupe contrôle ne l'atteint. Deux patients ayant une plégie complète du membre supérieur atteint (1 sujet du groupe expérimental représenté par des cercles blancs dans la figure n°2 et 1 sujet du groupe contrôle représenté par des triangles blancs) n'ont pas connu d'amélioration de la fonction motrice de leur membre supérieur.

La fonctionnalité du membre supérieur parétique (SULCS) s'améliore de façon presque significative après la NMES avec observation motrice du membre stimulé et lors du suivi 1 mois après le traitement ($p=0,067$). Une amélioration minime de la fonctionnalité du membre supérieur parétique est observée dans le groupe contrôle après la NMES sans observation motrice du membre stimulé, amélioration qui n'est pas forcément maintenue lors du suivi ($p=0,431$). Les progrès observés entre T1 et T2, en termes de fonctionnalité du membre supérieur parétique, des sujets du groupe expérimental sont presque significativement supérieurs, à ceux du groupe contrôle ($p=0,057$). La même observation peut être faite, dans une moindre mesure, pour les progrès observés entre T0 et T2 ($p=0,114$).

L'habileté manuelle des sujets du groupe expérimental s'améliore significativement au cours du temps (T0 *vs.* T2, $p<0,001$). Elle s'améliore de façon significative juste après la NMES avec observation motrice du membre stimulé (T0 *vs.* T1, $p=0,002$) et tend encore à devenir meilleure lors du suivi 1 mois après le traitement (T1 *vs.* T2, $p=0,057$). L'habileté manuelle des sujets du groupe contrôle tend également à s'améliorer, dans une moindre mesure, après la NMES sans observation motrice du membre stimulé (T0 *vs.* T1, $p=0,182$) mais ne s'améliore presque plus lors du suivi (T1 *vs.* T2, $p=0,460$). Ainsi, l'ha-

bileté manuelle des sujets du groupe expérimental est significativement supérieure à celle des sujets du groupe contrôle lors du suivi à 1 mois (p=0,022).

4. Discussion

L'étude avait pour but de montrer si les effets potentiels de la NMES sur le fonctionnement du membre supérieur appliquée au niveau des extenseurs du poignet et des doigts chez des sujets hémi-parétiques/plégiques provenaient des courants électriques et/ou de l'observation motrice. Les résultats de notre étude, globalement en faveur de l'association de la NMES et de l'observation motrice, sont en accord avec la littérature investiguant l'impact de la combinaison de la NMES passive et de l'observation motrice (via la thérapie miroir) sur la fonction motrice (Lee, Lee, & Jeong, 2016 ; Xu *et al.*, 2017 ; Yun *et al.*, 2011). Cependant, aucune étude n'évalue l'impact de ce traitement sur le domaine des activités tel que nous l'avons fait avec l'évaluation du SULCS et d'ABILHAND. Certaines études comparant l'association d'une forme d'électrostimulation et l'observation motrice avec un groupe contrôle ont trouvé des améliorations significatives dans la dextérité manuelle grossière, l'indépendance dans les activités de la vie journalière, le temps pour exécuter des tâches données, et les capacités fonctionnelles du membre supérieur et de la motricité fine, sans différence significative intergroupe (Kim, Lee, & Song, 2014 ; Kojima *et al.*, 2014 ; Nagapattinam *et al.*, 2015 ; Schick *et al.*, 2017). Ceci s'oppose en partie à nos résultats qui montrent des différences significatives de l'habileté manuelle mesurée par ABILHAND en faveur du groupe expérimental. Toutefois, cela peut s'expliquer par le fait que l'habileté manuelle et les variables mesurées par les échelles utilisées dans les autres études n'évaluent pas les mêmes domaines des activités, et qu'ABILHAND est peut-être un outil d'évaluation plus sensible que les autres tests.

Bien qu'il soit impossible de distinguer les effets provenant du traitement à proprement parler de ceux liés à la récupération spontanée, les améliorations de la fonction motrice distale semblent plus importantes que celles de la fonction motrice proximale. Or, lors de la récupération spontanée et en l'absence de rééducation spécifique, il semblerait que les progrès concernent principalement l'extrémité proximale du membre supérieur au détriment de l'extrémité distale (Nudo, 1997), cette tendance s'inversant en cas de mise en place d'un programme d'entrainement intensif de la main (Nudo, Milliken, Jenkins, & Merzenich, 1996). Ceci semble conforter le fait que l'électrostimulation seule avec ou sans observation motrice puisse impacter la rééducation du membre

supérieur parétique. Dans notre étude, les régressions des scores de la fonction motrice totale et distale du membre supérieur observée uniquement dans le groupe contrôle entre T1 et T2 semblent difficilement explicables par une perte des acquis liés à la récupération spontanée. Elles pourraient donc conforter l'hypothèse émise sur l'influence du traitement expérimenté sur la fonction motrice en impliquant le non-maintien de l'effet après le traitement en l'absence d'observation motrice.

Aucun des 2 sujets hémiplégiques de notre étude n'a connu d'amélioration de la fonction motrice distale. La concordance de nos résultats avec la littérature peut difficilement être établie du fait que la plupart des études sur la NMES sont réalisées chez des sujets ayant une déficience motrice du membre supérieur légère à modérée (Chae & Yu, 2000). Cependant, Rosewilliam *et al.* (2012) ont montré une amélioration significative de la fonction motrice du membre supérieur de sujets ayant initialement une parésie sévère voire une plégie suite à la NMES. Toutefois, les sujets recrutés dans cette étude ayant eu leur AVC au cours des 6 dernières semaines (phases aiguë et subaiguë), leur récupération spontanée était potentiellement supérieure à celle des sujets inclus dans notre étude (Langhorne, Bernhardt, & Kwakkel, 2011). Enfin, bien que la fonction motrice du membre supérieur des 2 sujets hémiplégiques de notre étude n'ait pas évolué, une amélioration de leur habileté manuelle ainsi qu'une amélioration de la fonctionnalité du membre supérieur chez le sujet du groupe expérimental ont pu être constatées.

Les résultats de notre étude sur la fonction motrice, la fonctionnalité du membre supérieur et l'habileté manuelle semblent être plutôt en faveur du groupe ayant reçu le traitement associant la NMES et l'observation motrice. Cela laisse supposer que l'effet de la NMES est, soit partiellement lié aux courants électriques et amplifié par l'observation motrice, soit presque totalement attribuable à l'observation. Bien que les mécanismes d'action de la NMES chez des sujets ayant subi un AVC ne soient pas totalement élucidés, plusieurs effets centraux et périphériques potentiels (Knutson *et al.*, 2015), plus ou moins bien compris, ressortent dans la littérature. Ainsi, des auteurs recensent des effets tels qu'une augmentation de la force et de la masse musculaire (Arija-Blázquez *et al.*, 2014; Gondin *et al.*, 2011) favorisant la récupération de la fonction motrice (Patten, Condliffe, Dairaghi, & Lum, 2013), sans exacerbation de la spasticité (Hebert *et al.*, 2016), mais également une conversion des fibres musculaires de type II en fibres de type I, apportant des fibres plus endurantes donc plus résistantes à la fatigue (Gondin *et al.*, 2011), une diminution de l'œdème périphérique au niveau de la main (Ring & Rosenthal, 2005), une augmenta-

tion de la perfusion dans l'hémisphère cérébral lésionnel (Hara *et al.*, 2013). La NMES favoriserait aussi le mécanisme d'inhibition réciproque et augmenterait l'excitabilité cortico-motrice (Kaelin-Lang *et al.*, 2002 ; Liu & Au-Yeung, 2017), avec des activations cérébrales observées principalement dans l'hémisphère controlatéral au membre stimulé, au niveau des aires somatosensorielle primaire, prémotrice et motrice primaire (Jiang *et al.*, 2016), ce qui pourrait favoriser au moins partiellement la récupération de la fonction motrice (Quandt & Hummel, 2014). Ceci semble rejoindre l'idée que le cortex somato-sensoriel et le cortex moteur étant étroitement liés, les apports sensoriels des stimulations électriques pourraient induire des changements dans l'excitabilité du cortex moteur (Bolognini, Russo, & Edwards, 2016 ; Cauraugh *et al.*, 2000). Enfin, les afférences cutanées et proprioceptives provoquées par la NMES favoriseraient la réorganisation corticale (Asanuma & Keller, 1991 ; Hamdy *et al.*, 1998 ; Kimberley *et al.*, 2004 ; Schuhfried *et al.*, 2012).

De récentes études pourraient expliquer que l'observation motrice soit l'élément clé des résultats observés. Premièrement, plusieurs études indiquent que les progrès les plus importants sont toujours constatés lorsque la main parétique est observée en mouvement, que ce soit par l'observation motrice directe du membre, ou par le reflet du membre sain dans un miroir donnant l'illusion d'un mouvement du membre déficient pourtant immobile (Nojima *et al.*, 2012 ; Selles *et al.*, 2014). Cette efficacité de l'observation motrice a été démontrée au niveau de la fonction motrice du membre supérieur (Altschuler *et al.*, 1999 ; Dohle *et al.*, 2009 ; Fu *et al.*, 2017 ; Michielsen *et al.*, 2011 ; Yavuzer *et al.*, 2008). Toutefois, toutes les études ne s'accordent pas sur l'efficacité de l'observation motrice dans le domaine des activités. Certaines études la trouvent efficaces (Ertelt *et al.*, 2007 ; Fu *et al.*, 2017 ; Yavuzer *et al.*, 2008) alors que d'autres non (Dohle *et al.*, 2009 ; Michielsen *et al.*, 2011 ; Thieme *et al.*, 2013). L'observation motrice pourrait favoriser chez les sujets l'intention d'imiter ou de réaliser l'action, d'autant plus si elle est réalisée en interne (*i.e.*, dans un plan permettant de voir le mouvement comme si on le réalisait soi-même), stimulant ainsi les représentations mentales des actions au niveau des neurones miroirs et donc le réapprentissage moteur. Or, il semblerait que l'intention d'imiter puisse augmenter les effets de la thérapie physique et favoriser la récupération de la fonction motrice après un AVC (Ertelt *et al.*, 2007). De plus, il semblerait que les informations visuelles prédominent sur les informations kinesthésiques concernant la perception de la position spatiale d'un membre (Hagura *et al.*, 2007). Ceci justifie l'intérêt d'associer l'observation motrice lors de la rééducation, et notamment lors de la NMES qui envoie des informations sensorielles cutanées (liées au courant électrique) et propriocep-

tives potentiellement différentes de celles perçues lors de l'exécution motrice. Enfin, il peut être envisagé que l'observation directe du mouvement de la main parétique d'un patient déclenchée par la NMES puisse améliorer la conscience de son membre (Kim *et al.*, 2014) par l'augmentation de l'attention portée sur ce membre (Dohle *et al.*, 2009 ; Thieme *et al.*, 2013). Cela pourrait augmenter potentiellement les opportunités pour le sujet d'utiliser son membre supérieur au quotidien, luttant ainsi contre la non-utilisation apprise. Cette dernière hypothèse pourrait justifier le fait que les sujets du groupe expérimental aient eu une récupération plus importante et surtout plus durable que les sujets du groupe contrôle.

Quelques recommandations peuvent être faites pour tenter d'améliorer l'effet du traitement combinant la NMES à l'observation motrice : 1) faire réaliser des mouvements transitifs lors du traitement permettrait d'activer deux zones du cortex pariétal en plus de l'aire prémotrice par rapport à l'utilisation de mouvements intransitifs (Buccino *et al.*, 2001) ; 2) adapter les mouvements et tâches réalisés et observés pendant la NMES (en termes de difficulté et de choix de tâches) aux capacités de chaque sujet, la plasticité cérébrale dépendant de la difficulté de la tâche (Nudo *et al.*, 1996) et de la motivation du sujet à réaliser cette tâche ; 3) utiliser des actions connues (appartenant donc au répertoire moteur du sujet) pourrait permettre d'augmenter les activations cérébrales lors de l'observation (Buccino *et al.*, 2004 ; Calvo-Merino *et al.*, 2005) ; 4) encourager la répétition des mouvements réalisés tout en demandant au sujet de participer ou d'essayer de participer activement au mouvement déclenché par la NMES (*e.g.*, NMES déclenchée par une activité EMG ou NMES passive avec une intention de participation active du sujet en cas de plégie) favoriserait la plasticité neuronale et une récupération motrice plus importante et plus rapide (De Kroon *et al.*, 2005 ; Ertelt *et al.*, 2007). Enfin, la NMES est une technique de traitement adjuvante qui doit être intégrée dans une prise en charge plus globale, adaptée et centrée sur le patient ; l'altération de la fonction motrice pouvant être plurifactorielle (Knutson *et al.*, 2015).

L'étude présente plusieurs limites qui semblent importantes à prendre en compte afin de nuancer les résultats obtenus. Premièrement, l'étude manque de puissance due à la faible taille de l'échantillon. Deuxièmement, l'échantillon manquait d'homogénéité intergroupe concernant le sexe des individus. Troisièmement, il aurait été intéressant d'ajouter un troisième groupe à l'étude, servant de « vrai groupe contrôle », ne recevant qu'un traitement conventionnel sans NMES ou un traitement placebo (*e.g.*, « NMES » avec une intensité de courant nulle et sans observation du membre supérieur parétique). Quatriè-

mement, l'évaluateur n'était pas en aveugle et connaissait donc la répartition des sujets dans les groupes, augmentant le risque de biais. Cinquièmement, le questionnaire ABILHAND n'a été validé qu'en phase chronique de l'AVC. Sixièmement, il aurait été préférable d'utiliser un stylet pour rechercher plus précisément les points moteurs. Septièmement, il était difficile de contrôler le maintien de l'attention constante des sujets du groupe expérimental sur le mouvement de la main. Enfin, trois sujets (2 dans le groupe contrôle et 1 dans le groupe expérimental) sont rentrés à domicile pendant le mois suivant la fin du traitement. Bien que chacun continuait de bénéficier de kinésithérapie, des différences quant à la quantité et la qualité des stimulations quotidiennes reçues ont pu exister.

5. Conclusion

L'étude montre qu'en phase subaiguë de l'AVC, l'association de la NMES et de l'observation motrice en tant que thérapie adjuvante, apportant à la fois des afférences proprioceptives et visuelles, semble plus efficace que la NMES seule sur la fonction motrice, la fonctionnalité du membre supérieur ainsi que sur l'habileté manuelle, avec des résultats qui, pour la plupart continuent à s'améliorer au moins 1 mois après la fin du traitement. Ceci semble confirmer l'hypothèse initiale, à savoir que l'efficacité de la NMES est probablement plus liée à l'observation motrice plutôt qu'aux courants électriques à proprement parler. Toutefois, il semble de rigueur de rester vigilant quant à cette conclusion, les mécanismes d'action potentiels de la NMES au niveau périphérique et central étant encore mal compris. Dans de futures études, il pourrait être intéressant de comparer l'association de la NMES passive et de l'observation motrice avec d'autres techniques basées sur l'observation motrice (*e.g.*, la thérapie miroir, le visionnage de vidéos, ou encore la réalité virtuelle), ou encore d'ajouter des analyses d'imagerie par résonance magnétique afin de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents. En conclusion, l'observation motrice semble apporter de réels bénéfices lors de l'application de la NMES sur la récupération motrice et fonctionnelle du membre supérieur parétique et devrait être prise en compte dans de futures études et dans la pratique clinique.

Bibliographie

Altschuler, E. L., Wisdom, S. B., Stone, L., Foster, C., Galasko, D., Llewellyn, D. M., & Ramachandran, V. S. (1999). Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet*, 353(9169), 2035-2036.

Arija-Blázquez, A., Ceruelo-Abajo, S., Díaz-Merino, M. S., Godino-Durán, J. A., Martínez-Dhier, L., Martin, J. L. R., & Florensa-Vila, J. (2014). Effects of electromyostimulation on muscle and bone in men with acute traumatic spinal cord injury : A randomized clinical trial. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(3), 299-309. https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000142

Asanuma H., & Keller A. (1991). Neurobiological basis of motor learning and memory. *Neuroscience*, 2(1), 1-30.

Bleyenheuft, Y., & Gordon, A. M. (2014). Precision grip in congenital and acquired hemiparesis : similarities in impairments and implications for neurorehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(459), 1-11. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00459

Bolognini, N., Russo, C., & Edwards, D. J. (2016). The sensory side of post-stroke motor rehabilitation. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 34(4), 571-586. https://doi.org/10.3233/RNN-150606

Boyaci, A., Topuz, O., Alkan, H., Ozgen, M., Sarsan, A., Yildiz, N., & Ardic, F. (2013). Comparison of the effectiveness of active and passive neuromuscular electrical stimulation of hemiplegic upper extremities : a randomized, controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 36(4), 315-322. https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e328360e541

Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., […] Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner : an fMRI study. *The European Journal of Neuroscience*, 13(2), 400-404. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2001.01385.x

Buccino, G., Lui, F., Canessa, N., Patteri, I., Lagravinese, G., Benuzzi, F., […] Rizzolatti, G. (2004). Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics : an FMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(1), 114-126. https://doi.org/10.1162/089892904322755601

Calvo-Merino, B., Glaser, D. E., Grèzes, J., Passingham, R. E., & Haggard, P. (2005). Action observation and acquired motor skills : an FMRI study with expert dancers. *Cerebral Cortex*, 15(8), 1243-1249. https://doi.org/10.1093/cercor/bhi007

Cauraugh, J., Light, K., Kim, S., Thigpen, M., & Behrman, A. (2000). Chronic motor dysfunction after stroke : recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*, 31(6), 1360-1364. https://doi.org/10.1161/01.STR.31.6.1360

Chae, J., & Yu, D. (2000). A critical review of neuromuscular electrical stimulation for treatment of motor dysfunction in hemiplegia. *Assistive Technology*, 12(1), 33-49. https://doi.org/10.1080/10400435.2000.10132008

Crépon, F. (2012). *Électrothérapie et physiothérapie : applications en rééducation et réadaptation*. Issy-Les-Moulineaux : Elsevier Masson.

De Kroon, J. R., Ijzerman, M. J., Chae, J., Lankhorst, G. J., & Zilvold, G. (2005). Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 65-74. https://doi.org/10.1080/16501970410024190

De Kroon, J. R., van der Lee, J. H., IJzerman, M. J., & Lankhorst, G. J. (2002). Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke : a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 16(4), 350-360. https://doi.org/10.1191/0269215502cr504oa

Dohle, C., Püllen, J., Nakaten, A., Küst, J., Rietz, C., & Karbe, H. (2009). Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis : a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(3), 209-217. https://doi.org/10.1177/1545968308324786

Ertelt, D., Hemmelmann, C., Dettmers, C., Ziegler, A., & Binkofski, F. (2012). Observation and execution of upper-limb movements as a tool for rehabilitation of motor deficits in paretic stroke patients : protocol of a randomized clinical trial. *BMC Neurology*, 12(42), 1-10. https://doi.org/10.1186/1471-2377-12-42

Ertelt, D., Small, S., Solodkin, A., Dettmers, C., McNamara, A., Binkofski, F., & Buccino, G. (2007). Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage*, 36 Suppl 2, T164-T173. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.03.043

Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation : a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73(6), 2608-2611. https://doi.org/10.1152/jn.1995.73.6.2608

Fu, J., Zeng, M., Shen, F., Cui, Y., Zhu, M., Gu, X., & Sun, Y. (2017). Effects of action observation therapy on upper extremity function, daily activities and motion evoked potential in cerebral infarction patients. *Medicine*, 96(42, e8080), 1-6. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000008080

Fugl-Meyer, A. R., Jääskö, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. (1975). The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 7(1), 13-31.

Global Burden of Diseases 2016 Neurology Collaborators. (2019). Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990-2016 : a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(5), 459-480. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30499-X

Gondin, J., Brocca, L., Bellinzona, E., D'Antona, G., Maffiuletti, N. A., Miotti, D., [...] Bottinelli, R. (2011). Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype : a functional and proteomic analysis. *Journal of Applied Physiology*, 110(2), 433-450. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00914.2010

Gorelick, P. B. (2019). The global burden of stroke : persistent and disabling. *The Lancet Neurology*, 18(5), 417-418. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30030-4

Hagura, N., Takei, T., Hirose, S., Aramaki, Y., Matsumura, M., Sadato, N., & Naito, E. (2007). Activity in the posterior parietal cortex mediates visual dominance over kinesthesia. *The Journal of Neuroscience*, 27(26), 7047-7053. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0970-07.2007

Hamdy, S., Rothwell, J. C., Aziz, Q., Singh, K. D., & Thompson, D. G. (1998). Long-term reorganization of human motor cortex driven by short-term sensory stimulation. *Nature Neuroscience*, 1(1), 64-68. https://doi.org/10.1038/264

Hara, Y., Obayashi, S., Tsujiuchi, K., & Muraoka, Y. (2013). The effects of electromyography-controlled functional electrical stimulation on upper extremity function and cortical perfusion in stroke patients. *Clinical Neurophysiology*, 124(10), 2008-2015. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.030

Hatem, S. M., Saussez, G., Della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of Motor Function after Stroke : A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(442), 1-22. https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442

Hebert, D., Lindsay, M. P., McIntyre, A., Kirton, A., Rumney, P. G., Bagg, S., ... Teasell, R. (2016). Canadian stroke best practice recommendations : Stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015. *International Journal of Stroke*, 11(4), 459-484. https://doi.org/10.1177/1747493016643553

Hoonhorst, M. H., Nijland, R. H., van den Berg, J. S., Emmelot, C. H., Kollen, B. J., & Kwakkel, G. (2015). How Do Fugl-Meyer Arm Motor Scores Relate to Dexterity According to the Action Research Arm Test at 6 Months Poststroke? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(10), 1845-1849. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.06.009

Hsu, S.-S., Hu, M.-H., Wang, Y.-H., Yip, P.-K., Chiu, J.-W., & Hsieh, C.-L. (2010). Dose-response relation between neuromuscular electrical stimulation and upper-extremity function in patients with stroke. *Stroke*, 41(4), 821-824. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.574160

Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action : a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, 14(1 Pt 2), S103-S109. https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0832

Jiang, S., Wang, Z., Yi, W., He, F., Liu, S., Qi, H., & Ming, D. (2016). Cortical excitability effects of stimulation intensity change speed during NMES. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 4670-4673. https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591769

Kaelin-Lang, A., Luft, A. R., Sawaki, L., Burstein, A. H., Sohn, Y. H., & Cohen, L. G. (2002). Modulation of human corticomotor excitability by somatosensory

input. *The Journal of Physiology*, 540(Pt 2), 623-633. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2001.012801

Kim, H., Lee, G., & Song, C. (2014). Effect of functional electrical stimulation with mirror therapy on upper extremity motor function in poststroke patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 23(4), 655-661. https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.06.017

Kimberley, T. J., Lewis, S. M., Auerbach, E. J., Dorsey, L. L., Lojovich, J. M., & Carey, J. R. (2004). Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Experimental Brain Research*, 154(4), 450-460. https://doi.org/10.1007/s00221-003-1695-y

Knutson, J. S., Fu, M. J., Sheffler, L. R., & Chae, J. (2015). Neuromuscular Electrical Stimulation for Motor Restoration in Hemiplegia. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(4), 729-745. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.002

Kojima, K., Ikuno, K., Morii, Y., Tokuhisa, K., Morimoto, S., & Shomoto, K. (2014). Feasibility study of a combined treatment of electromyography-triggered neuromuscular stimulation and mirror therapy in stroke patients : a randomized crossover trial. *NeuroRehabilitation*, 34(2), 235-244. https://doi.org/10.3233/NRE-131038

Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *Lancet*, 377(9778), 1693-1702. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60325-5

Langhorne, P., Coupar, F., & Pollock, A. (2009). Motor recovery after stroke : a systematic review. *The Lancet Neurology*, 8(8), 741-754. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4

Lee, D., Lee, G., & Jeong, J. (2016). Mirror Therapy with Neuromuscular Electrical Stimulation for improving motor function of stroke survivors : A pilot randomized clinical study. *Technology and Health Care*, 24(4), 503-511. https://doi.org/10.3233/THC-161144

Liu, H., & Au-Yeung, S. S. Y. (2017). Corticomotor Excitability Effects of Peripheral Nerve Electrical Stimulation to the Paretic Arm in Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(10), 687-693. https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000748

Michielsen, M. E., Selles, R. W., van der Geest, J. N., Eckhardt, M., Yavuzer, G., Stam, H. J., … Bussmann, J. B. J. (2011). Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients : a phase II randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(3), 223-233. https://doi.org/10.1177/1545968310385127

Nagapattinam, S., Babu, V., Kumar, S., & Ayyappan, V. R. (2015). Effect of task specific mirror therapy with functional electrical stimulation on upper limb function for subacute hemiplegia. *International Journal of Physiotherapy*, 2(5), 840-849. https://doi.org/10.15621/ijphy/2015/v2i5/78243

Nichols-Larsen, D. S., Clark, P. C., Zeringue, A., Greenspan, A., & Blanton, S. (2005). Factors influencing stroke survivors' quality of life during sub-

acute recovery. *Stroke*, 36(7), 1480-1484. https://doi.org/10.1161/01.STR.0000170706.13595.4f

Nojima, I., Mima, T., Koganemaru, S., Thabit, M. N., Fukuyama, H., & Kawamata, T. (2012). Human motor plasticity induced by mirror visual feedback. *The Journal of Neuroscience*, 32(4), 1293-1300. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5364-11.2012

Nudo, R. J. (1997). Remodeling of cortical motor representations after stroke : implications for recovery from brain damage. *Molecular Psychiatry*, 2(3), 188-191. https://doi.org/10.1038/sj.mp.4000188

Nudo, R. J., Milliken, G. W., Jenkins, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *The Journal of Neuroscience*, 16(2), 785-807. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-02-00785.1996

Nussbaum, E. L., Houghton, P., Anthony, J., Rennie, S., Shay, B. L., & Hoens, A. M. (2017). Neuromuscular Electrical Stimulation for Treatment of Muscle Impairment : Critical Review and Recommendations for Clinical Practice. *Physiotherapy Canada*, 69(5), 1-76. https://doi.org/10.3138/ptc.2015-88

Ovbiagele, B., Goldstein, L. B., Higashida, R. T., Howard, V. J., Johnston, S. C., Khavjou, O. A., … American Heart Association Advocacy Coordinating Committee and Stroke Council. (2013). Forecasting the future of stroke in the United States : a policy statement from the American Heart Association and American Stroke Association. *Stroke*, 44(8), 2361-2375. https://doi.org/10.1161/STR.0b013e31829734f2

Parker, V. M., Wade, D. T., & Langton Hewer, R. (1986). Loss of arm function after stroke : measurement, frequency, and recovery. *International Rehabilitation Medicine*, 8(2), 69-73. https://doi.org/10.3109/03790798609166178

Patten, C., Condliffe, E. G., Dairaghi, C. A., & Lum, P. S. (2013). Concurrent neuromechanical and functional gains following upper-extremity power training post-stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 10(1), 1-19. https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-1

Penta, M., Tesio, L., Arnould, C., Zancan, A., & Thonnard, J. L. (2001). The ABILHAND questionnaire as a measure of manual ability in chronic stroke patients : Rasch-based validation and relationship to upper limb impairment. *Stroke*, 32(7), 1627-1634. https://doi.org/10.1161/01.STR.32.7.1627

Pomeroy, V. M., King, L., Pollock, A., Baily-Hallam, A., & Langhorne, P. (2006). Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2, CD003241), 1-71. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003241.pub2

Quandt, F., & Hummel, F. C. (2014). The influence of functional electrical stimulation on hand motor recovery in stroke patients : a review. *Experimental & Translational Stroke Medicine*, 6(9), 1-7. https://doi.org/10.1186/2040-7378-6-9

Raghavan, P. (2015). Upper Limb Motor Impairment After Stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(4), 599-610. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.008

Ramachandran, V. S., & Altschuler, E. L. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*, 132(Pt 7), 1693-1710. https://doi.org/10.1093/brain/awp135

Ring, H., & Rosenthal, N. (2005). Controlled study of neuroprosthetic functional electrical stimulation in sub-acute post-stroke rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(1), 32-36. https://doi.org/10.1080/16501970410035387

Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230

Roorda, L. D., Houwink, A., Smits, W., Molenaar, I. W., & Geurts, A. C. (2011). Measuring upper limb capacity in poststroke patients : development, fit of the monotone homogeneity model, unidimensionality, fit of the double monotonicity model, differential item functioning, internal consistency, and feasibility of the stroke upper limb capacity scale, SULCS. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(2), 214-227. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.10.034

Rosewilliam, S., Malhotra, S., Roffe, C., Jones, P., & Pandyan, A. D. (2012). Can surface neuromuscular electrical stimulation of the wrist and hand combined with routine therapy facilitate recovery of arm function in patients with stroke ? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(10), 1715-1721.e1. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.05.017

Schick, T., Schlake, H.-P., Kallusky, J., Hohlfeld, G., Steinmetz, M., Tripp, F., … Dohle, C. (2017). Synergy effects of combined multichannel EMG-triggered electrical stimulation and mirror therapy in subacute stroke patients with severe or very severe arm/hand paresis. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 35(3), 319-332. https://doi.org/10.3233/RNN-160710

Schuhfried, O., Crevenna, R., Fialka-Moser, V., & Paternostro-Sluga, T. (2012). Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system lesions : an educational review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 99-105. https://doi.org/10.2340/16501977-0941

Selles, R. W., Michielsen, M. E., Bussmann, J. B. J., Stam, H. J., Hurkmans, H. L., Heijnen, I., […] Ribbers, G. M. (2014). Effects of a mirror-induced visual illusion on a reaching task in stroke patients : implications for mirror therapy training. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 28(7), 652-659. https://doi.org/10.1177/1545968314521005

Taub, E., Uswatte, G., Mark, V. W., & Morris, D. M. (2006). The learned nonuse phenomenon : implications for rehabilitation. *Europa Medicophysica*, 42(3), 241-256.

Thieme, H., Bayn, M., Wurg, M., Zange, C., Pohl, M., & Behrens, J. (2013). Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke – a randomized

controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(4), 314-324. https://doi.org/10.1177/0269215512455651

Vafadar, A. K., Côté, J. N., & Archambault, P. S. (2015). Effectiveness of functional electrical stimulation in improving clinical outcomes in the upper arm following stroke : a systematic review and meta-analysis. *BioMed Research International*, 2015(729768), 1-14. https://doi.org/10.1155/2015/729768

Xu, Q., Guo, F., Salem, H. M. A., Chen, H., & Huang, X. (2017). Effects of mirror therapy combined with neuromuscular electrical stimulation on motor recovery of lower limbs and walking ability of patients with stroke : a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 31(12), 1583-1591. https://doi.org/10.1177/0269215517705689

Yavuzer, G., Selles, R., Sezer, N., Sütbeyaz, S., Bussmann, J. B., Köseoğlu, F., [...] Stam, H. J. (2008). Mirror therapy improves hand function in subacute stroke : a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 393-398. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.162

Yun, G. J., Chun, M. H., Park, J. Y., & Kim, B. R. (2011). The synergic effects of mirror therapy and neuromuscular electrical stimulation for hand function in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 35(3), 316-321. https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.3.316

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 145-151



Douleur chronique et dérégulation du système nerveux central

Intérêt d'un programme éducatif basé sur les neurosciences de la douleur

Thibault Quadflieg
quadflieg.thibault@hotmail.com

Promoteur : Matthieu Pestiaux
Haute école Louvain-en-Hainaut
Rue Trieu Kaisin, 136
B – 6061 Montignies-sur-Sambre
pestiauxm@helha.be

Résumé. – Aujourd'hui encore considérée comme une véritable énigme, sous certains angles, tant chez la personne qui en souffre que chez celle qui la prend en charge, la douleur chronique représente un véritable enjeu de santé publique notamment vu sa situation en Europe. On recense, par exemple, que 20 % des adultes européens sont confrontés à des douleurs chroniques évoluant depuis une durée médiane de 6 ans. Partant de ce constat, il semble judicieux de faire le point sur les fondements de ce trouble à partir des données récentes issues de la recherche scientifique. Dans cette optique, cet article décrit, dans un premier temps, la sensibilisation centrale, une des causes possibles de chronicisation de la douleur et, dans un second temps, l'éducation aux neurosciences de la douleur, une méthode de « rééducation du système nerveux central » intimement liée aux déterminants biopsychosociaux du patient douloureux chronique.

Abstract. – Today, still considered a complete mystery in some respects, both for the people who suffer from it and for their caregivers, chronic pain represents a major public health issue, particularly in view of the present situation in Europe. For example, the figures show that 20% of European adults are dealing with chronic pain that has been evolving for a median duration of 6 years. Based on this observation, it seems appropriate to take stock of the or-

igins of this disorder according to recent scientific research data. In this regard, this paper outlines: firstly, central sensitization, one of the possible causes of pain chronification; and, secondly, pain neuroscience education, a method of "central nervous system rehabilitation" closely linked to the biopsychosocial determinants of chronic pain patients.

Mots clés. – Douleur chronique — Éducation thérapeutique — Kinésithérapie — Modèle biopsychosocial — Neuromotrice de la douleur — Sensibilisation centrale — Système nerveux central

1. Introduction

À ce jour, en dépit des innombrables recherches ainsi que des progrès considérables en la matière, la douleur chronique reste toujours sujette à controverse. En effet, de l'origine de ce trouble jusqu'à sa prise en charge, en passant par son évaluation ou encore ses facteurs prédictifs, rien n'est encore réellement établi.

Outre cette difficulté, en raison des retentissements physiques et psychiques majorant la vulnérabilité des personnes déjà fragilisées par la maladie, la douleur chronique impacte considérablement le niveau sociétal. En Europe, elle entraîne, par exemple, une perte de 15 jours de travail par an, en moyenne, pour chaque personne atteinte avec des coûts globaux énormes pour le traitement, la compensation et la perte de productivité.

Ceci étant dit, il semble donc plus que nécessaire de travailler à reconsidérer la nature même de la douleur chronique afin d'amener des pistes de solution quant à son traitement.

Dans ce sens, si on analyse la littérature actuelle à ce sujet, l'hypothèse d'un dysfonctionnement au niveau du système nerveux central représente une des pistes privilégiées en ce qui concerne l'origine de ce trouble. En lien avec cette hypothèse, l'éducation aux neurosciences de la douleur semble constituer une solution adaptée quant à la prise en charge du patient douloureux chronique.

2. Notion de sensibilisation centrale

Premièrement, comme introduit ci-dessus, il paraît essentiel de se pencher sur la sensibilisation centrale et son éventuel maintien, véritable dysfonction du système nerveux central.

À l'origine, la sensibilisation centrale représente un processus physiologique survenant à la suite d'un phénomène inflammatoire induit par une atteinte tis-

sulaire locale. Suite à cette inflammation, les nocicepteurs périphériques deviennent sensibilisés et un état d'hyperalgésie primaire est engendré.

Secondairement, l'activité intense et/ou prolongée des afférences nociceptives peut à son tour être à la base de la sensibilisation des neurones de la corne dorsale de la moelle épinière, aussi appelée sensibilisation centrale et définie par l'International Association for the Study of Pain (IASP) comme « une augmentation de la réponse des neurones du système nerveux central à des stimuli d'intensité normale ou sous liminaire » (IASP, 2011, pp. 209-214). Cela dit, celle-ci peut, dans certains cas, devenir pathologique en persistant au-delà de ce qu'elle devrait. Ainsi, associée à des facteurs psychosociaux déséquilibrants (cf. § 3), la sensibilisation centrale pourrait représenter une des causes possibles de chronicisation de la douleur.

Partant de ce postulat, il est primordial d'aller chercher plus loin que le simple fait d'associer un cas de douleur chronique à une sensibilisation centrale persistante, sans réellement chercher à comprendre les rudiments de cette dysfonction. Dans ce sens, pour ce qui est de la littérature à ce sujet, la mise en place de la sensibilisation centrale serait engendrée par trois processus principaux : une sensibilisation en lien avec la neurotransmission glutaminergique au niveau des récepteurs N-méthyl-D-aspartate (NMDA), une altération des systèmes de modulation de la transmission des messages nociceptifs (désinhibition) et une hyperactivité gliale.

D'autre part, pour ce qui est de son maintien, cela prendrait place suite à l'activation de la neurotransmission glutaminergique au niveau des récepteurs NMDA précédemment introduite. Effectivement, en aval, de la même manière qu'en situation physiologique, une série de cascades intracellulaires serait amorcée. Cela dit, dans ce cas de figure, celle-ci serait le siège d'une potentialisation à long terme, point de départ d'une altération prolongée de l'état de sensibilisation.

Par ailleurs, actuellement, nous ne sommes pas encore en mesure d'expliquer pourquoi cette potentialisation à long terme n'est effective que chez une partie des patients douloureux chronique.

Enfin, en ce qui concerne ces mécanismes, au vu de la complexité et de la quantité des informations, ceux-ci ne seront pas développés en détail ici.

3. Modèle biopsychosocial et concept de neuromatrice de la douleur

Avant d'aborder ce qui pourrait, a priori, représenter une piste de solution, à savoir l'éducation aux neurosciences de la douleur, il est important de faire le point sur le modèle biopsychosocial, introduit par George Engel en 1977 et sur lequel repose ce mode de prise en charge.

En effet, ce dernier fait indubitablement contre-pied au modèle biomédical, jugé désuet de par son manque considérable d'égards quant aux nombreux déterminants de la maladie pouvant grandement influencer l'état de santé.

À l'inverse, le cadre conceptuel du modèle biopsychosocial, sur lequel se calque l'éducation aux neurosciences de la douleur, propose de considérer que, dans une approche systémique, les dimensions respectivement biologique, psychologique et sociale s'articulent les unes aux autres. En clinique, cela se traduit par le fait de réfléchir à la fois au soin du patient et au traitement de sa maladie en tenant compte des effets stabilisants ou déstabilisants que ces différentes composantes exercent les unes sur les autres.

En résumé, il est évident que la douleur s'avère être un phénomène bien plus complexe que de la simple nociception. En 1999, Ronald Melzack venait d'ailleurs appuyer ce point de vue en proposant la théorie de la neuromatrice de la douleur.

Selon lui, la douleur serait générée par l'activité nerveuse d'un vaste réseau neuronal mettant en lien de nombreuses structures cérébrales (neuromatrice de la douleur). En effet, chacune de ces régions serait, à différents niveaux, impliquée dans l'expérience douloureuse et ses multiples composantes de par leur sensibilité respective et spécifique aux entrées sensorielles sensori-discriminatives, aux composantes cognitives/évaluatives et aux composantes motivationnelles/affectives. Par conséquent, de nouveau, la douleur s'avérerait être un résultat systémique multiple et pas seulement le signal d'une atteinte tissulaire potentielle.

De cette façon et avec l'apport du modèle biopsychosocial, il est aisé de comprendre comment un patient douloureux chronique peut, à tort ou pour de moindres stimuli, ressentir une douleur qui ne s'estompe pas avec le temps.

En 2003, Lorimer Moseley, auteur référent en la matière, avance, en lien avec cette idée, que lorsque la douleur devient chronique la neuromatrice de la douleur est renforcée par ce qu'il considère comme les deux catégories d'éléments médiateurs de souffrance : 1°) les « *non nociceptive mechanisms* »

qui sont les facteurs psychosociaux, affectifs, cognitifs et émotionnels ; 2°) les « *nociceptive mechanisms* » qui, pour faire le lien avec le point précédent, se rapportent à la sensibilisation centrale.

Cela signifie que, dès lors, il faut moins d'apports, tant nociceptif que non nociceptif, pour produire la douleur et/ou la maintenir en l'état.

En pratique, lors des sessions éducatives aux neurosciences de la douleur, ce principe introduit par Moseley, comme c'est d'ailleurs le cas pour de nombreux autres éléments théoriques relatifs à ce mode de prise en charge, est abordé par le biais de métaphores « thérapeutiques » permettant la compréhension d'éléments jusqu'à présent inexploités par le patient.

Par exemple, dans ce cas de figure, la métaphore de la tasse est fréquemment utilisée. Effectivement, une tasse, de par sa contenance caractéristique, représente la capacité d'un individu à emmagasiner de multiples éléments biopsychosociaux générateurs de souffrance (*non nociceptive mechanisms* et *nociceptive mechanisms*). Lorsqu'ils sont trop nombreux ou en trop grande dose, il en faut peu pour que la tasse déborde et que la douleur apparaisse. En résumé, le système nerveux central, arrivé à ce stade, devient hypersensible (état de sensibilisation) et la douleur ne représente plus réellement le signal de la présence d'un dommage tissulaire.

Dans la même logique, pour ce qui est du concept de « sensibilisation » introduit ci-dessus, la métaphore du système d'alarme est grandement appréciée en séance éducative. En effet, le système d'alarme d'une maison, à l'image du système de la douleur permettant de prévenir le corps de l'existence d'une éventuelle lésion, est conçu pour prévenir les habitants de la présence d'un cambrioleur. Si quelqu'un pénètre dans l'habitation par effraction, l'alarme s'enclenche. De même, en cas de douleur aiguë, si le « système d'alarme » fonctionne bien, il transmettra un message au corps pour signaler que quelque chose ne va pas (entorse, fracture…). Dans le cas inverse, si un dysfonctionnement est occasionné, l'alarme peut se déclencher au moindre bruit, même en l'absence d'un cambrioleur. Dès ce moment, elle résulte d'un mauvais réglage. En ce qui concerne la douleur chronique, c'est le même principe. La douleur ne représente plus le signal de la présence de dommages tissulaires, elle résulte plutôt d'un dysfonctionnement du système nerveux lui-même : il est devenu hypersensible. Cette hypersensibilité peut alors toucher une partie spécifique du corps ou bien plusieurs membres. La douleur peut varier dans le temps, être influencée par certaines circonstances et apparaître avec ou sans le mouvement, spontanément.

4. Éducation aux neurosciences de la douleur

C'est donc dans ce contexte que s'inscrit l'éducation aux neurosciences de la douleur. En effet, le patient douloureux chronique possédant, la plupart du temps, une vision erronée de l'origine de sa douleur peut, indûment, être amené à ressentir peur, anxiété ou encore stress n'ayant d'autre origine que de fausses croyances quant à son véritable état de santé.

Si l'on se réfère à la métaphore de la tasse décrite précédemment, on s'aperçoit que ces différents « stresseurs » peuvent, par conséquent, venir s'additionner à d'autres facteurs psychosociaux déséquilibrants déjà présents (fatigue, travail, environnement familial...) et se positionner en faveur d'un « débordement ».

Compte tenu de ces éléments, l'éducation aux neurosciences de la douleur va pouvoir agir au niveau de ces *non nociceptive mechanisms* en reconceptualisant la façon dont le patient perçoit sa douleur et ainsi permettre la diminution de certains stresseurs ou encore, pour reprendre notre métaphore, la « construction d'une tasse plus grande ».

Effectivement, à la suite d'un processus de raisonnement clinique et diagnostique approfondi, permettant la mise en évidence d'un tableau clinique caractérisé et dominé par une sensibilisation centrale associée à la présence de perceptions et/ou de connaissances inadéquates quant à la maladie/douleur (condition *sine qua non* à la mise en place de ce type de prise en charge), l'éducation aux neurosciences de la douleur vise à réduire l'écart entre les connaissances du patient et celles de son professionnel de la santé au sujet de la douleur et de son traitement.

Ainsi, les patients doivent, au terme des séances éducatives, avoir complètement intégré les mécanismes régissant leur état douloureux, en partant de l'hypothèse que des réponses cognitives et comportementales appropriées suivront lorsque la douleur sera évaluée comme moins préjudiciable par ces derniers.

En ce sens, l'exposition graduelle à l'activité physique est également employée en combinaison avec l'éducation aux neurosciences de la douleur de manière à décomposer les souvenirs de la douleur liés au mouvement.

En définitive, au décours de ce programme éducatif, malgré le caractère chronique de la douleur, le vécu y étant rattaché ne sera donc plus perçu de la même manière par le patient, permettant à celui-ci d'accomplir davantage « malgré la souffrance ».

De cette façon, progressivement, il acquerra force, contrôle, confiance et endurance aboutissant au retour à une activité normale et finalement au déclin de l'état douloureux, se traduisant par une désensibilisation croissante du système nerveux central.

5. Conclusion

À travers cet état de la littérature actuelle quant à la douleur chronique, différents éléments relatifs à la prise en charge de ce trouble ont pu être exposés.

Dans un premier temps, en tenant compte du contexte biopsychosocial, le maintien de la sensibilisation centrale a été envisagé comme une des causes possibles de chronicisation de la douleur.

Dans un second temps, l'intérêt d'un programme éducatif comme intervention thérapeutique adaptée a pu être mis en évidence. De fait, l'éducation aux neurosciences de la douleur, de par la reconceptualisation des perceptions et cognitions qu'elle propose, semble représenter, dans certains cas, un traitement adéquat chez le patient douloureux chronique.

Le thème de la douleur chronique a ainsi été abordé sous un angle nouveau, à l'image de ce vers quoi la pratique clinique semble se diriger.

Bibliographie

Engel, G. (1977). The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129-136. doi: 10.1126/science.8

IASP. (2011). *Pain Terms: A Current List with Definitions and Notes on Usage* [Ebook]. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/rdcms-iasp/files/production/public/Content/ContentFolders/Publications2/ClassificationofChronicPain/Part_III-PainTerms.pdf

Melzack, R. (1999). From the gate to the neuromatrix. *Pain*, 82, S121-S126. doi: 10.1016/s0304-3959(99)00145-1

Moseley, G. (2003). A pain neuromatrix approach to patients with chronic pain. *Manual Therapy*, 8(3), 130-140. doi: 10.1016/s1356-689x(03)00051-1

Niv, D., & Devor, M. (2007). Position paper of the European Federation of IASP Chapters (EFIC) on the subject of pain management. *European Journal Of Pain*, 11(5), 487-489. doi: 10.1016/j.ejpain.2007.03.005

Serrie, A., Mourman, V., Treillet, E., Maire, A., & Maillard, G. (2014). La prise en charge de la douleur chronique : un problème de société. *Douleurs : Évaluation - Diagnostic - Traitement*, 15(3), 106-114. doi: 10.1016/j.douler.2014.04.002



Chronique de nos anciens étudiants pour l'année académique 2018-2019

Ergothérapie & kinésithérapie

Responsable : Jean-François Stoffel

MM. **Thibault Barbier**, kinésithérapeute belge diplômé en 2016 (HELHa), et **Olivier Carrillo**, kinésithérapeute français diplômé en 2010 (HELHa), ont unis leurs compétences pour rendre compte des trois tomes d'un ouvrage de masso-kinésithérapie et thérapie manuelle [**1**].

[1] Barbier, Th., & Carrillo, O. (2018). Compte rendu de M. Dufour, P. Colné, et St. Barsi : « Masso-kinésithérapie et thérapie manuelle pratiques ». *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 360-362.

* * *

M[lle] **Camille Barreau**, diplômée en kinésithérapie en 2018 (HELHa) ayant reçu le prix du meilleur mémoire expérimental en juin 2018 a publié dans le numéro spécial HELHa de la *Revue des Questions Scientifiques* [**1**] son travail portant sur le développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans. Elle a également présenté, en février 2019, ses résultats aux *7[es] Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter »* organisées par la Société française de physiothérapie [**2**]. Le résumé de cette communication orale a été publié dans *Kinésithérapie la Revue* [**3**].

[1] Barreau, C., & Arnould, C. (2018). Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale

âgés de 8 à 18 ans : comparaison de l'estime de soi perçue par l'enfant à celle qu'en ont ses parents. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(5), 109-124.

[2] Barreau, C., & Arnould, C. *Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans* [communication orale]. 7es Journées francophones de kinésithérapie « Évaluer pour mieux traiter », Société française de physiothérapie, Montpellier, 14-16 février 2019.

[3] Barreau, C., & Arnould, C. (2019). Développement d'un questionnaire illustré mesurant l'estime de soi des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 8 à 18 ans : comparaison de l'estime de soi perçue par l'enfant à celle qu'en ont ses parents [Résumé]. *Kinésithérapie la Revue*, 206(19), 90.

* * *

M. **Virgil Bru**, diplômé en kinésithérapie en 2011 (HELHa) et ostéopathe (British School of Osteopathy) travaillant en cabinet libéral à Londres, a contribué au numéro « spécial HELHa » en témoignant de son expérience de kinésithérapeute expatrié à Londres [**1**].

[1] Bru, V. (2018), De la nécessité, lorsqu'on exerce la kiné dans un pays qui n'est pas le sien, d'être attentif... aux banquettes du métro ! *Revue des Questions Scientifiques*, 189(5), 143-150.

* * *

M. **Simon Daboul**, kinésithérapeute français diplômé en juin 2017 (HELHa) et ayant reçu le prix du meilleur mémoire bibliographique, travaille en cabinet libéral en Suisse. Il s'est formé à la méthode Busquet ainsi qu'aux techniques d'inhibition de Jones. En septembre 2018, il a présenté son mémoire sous format poster au *53e Congrès de la Société d'ergonomie de la langue française* [**1**].

[1] Daboul, S., & Draye, N. (2018). *Troubles musculo-squelettiques des membres supérieurs chez les chirurgiens-dentistes* [communication affichée]. 53e congrès de la SELF « L'ergonomie à quelles échelles ? Quelles pratiques pour quelles tailles d'entreprises et d'établissements publics ? », Société d'ergonomie de la langue française, Bordeaux, 3-5 octobre 2018.

* * *

Mlle **Romane Louette**, diplômée en kinésithérapie en 2015 (HELHa) et travaillant à domicile et dans son cabinet libéral de Beloeil, est gérante de sa

propre société (Q&R Society sprl) avec son compagnon Quentin Jérôme, diplômé en 2014 (HELHa). Elle s'est formée en pré- et post-natal, en uro-gynécologie, en thérapie manuelle en pelvi-périnéologie, en crochetage myo-aponévrotique et termine sa formation de consultance en massage bébé. Elle a écrit une publication sur le développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant la coordination des enfants atteints du trouble développemental de la coordination âgés de 5 à 12 ans dans la *Revue des Questions Scientifiques* [**1**].

[1] Louette, R., & Arnould, C. (2018). Comment évaluer les enfants ayant un trouble développemental de la coordination ? Développement d'un outil d'évaluation ludique mesurant la coordination des enfants atteints du trouble développemental de la coordination âgés de 5 à 12 ans. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 277-323.

* * *

M[lle] **Marie Nihoul**, diplômée en ergothérapie en 2014 (HELHa) et en psychomotricité en 2016 (Haute école Léonard de Vinci) a travaillé un an en France dans un cabinet d'ergothérapie destiné aux enfants atteints de troubles de l'apprentissage. De retour en Belgique, elle a ensuite travaillé d'une part dans une école maternelle ordinaire en tant que psychomotricienne et d'autre part en tant qu'indépendante (ergothérapeute et psychomotricienne) au CHU de Charleroi (Hôpital Marie Curie) dans le service de pédiatrie. Elle s'est maintenant dirigée vers l'aménagement du domicile et travaille comme salariée pour la mutualité Partenamut. Après son travail de fin d'études, elle a écrit une publication sur le développement d'un questionnaire mesurant l'habileté manuelle chez les enfants âgés de 5 à 12 ans ayant un trouble développemental de la coordination dans la *Revue des Questions Scientifiques* [**1**].

[1] Nihoul, M., & Arnould, C. (2018). Comment évaluer les enfants ayant un trouble développemental de la coordination ? Développement d'un questionnaire évaluant l'habileté manuelle chez les enfants âgés de 5 à 12 ans ayant un trouble développemental de la coordination. *Revue des Questions Scientifiques*, 189(3), 241-275.



Andréa Monforti (à droite) et Charlotte Guillaume (à gauche) lors de la remise de leur diplôme de Master en sciences de la santé publique le 15 novembre 2019 à l'Université catholique de Louvain.

Source : cliché personnel.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 157-162



Bacheliers paramédicaux et master en sciences de la santé publique

Des formations complémentaires ?

Andréa Monforti [1] & Charlotte Guillaume [2]
Bachelier en ergothérapie (HELHa) &
Master en sciences de la santé publique (UCL)
[1] Ergothérapeute en aménagement du domicile (Partenamut)
[2] Ergothérapeute en centre de revalidation (GHdC)
andreamonforti@gmail.com
charlotteguillaume@hotmail.fr

Responsable : Sophie Gigounon

Résumé. – Au terme de notre cursus ergothérapeutique, notre soif d'apprentissage nous a naturellement dirigées vers un master. Les sciences de la santé publique nous ont alors semblé être un prolongement pertinent à notre bachelier. Et nous avons relevé le défi ! Mais à quoi correspond ce master et qu'est-ce que la santé publique ? Quels cours y sont enseignés ? Quelles perspectives professionnelles ce master nous permet-il d'envisager ? Comment, en tant qu'ergothérapeutes, avons-nous établi des liens avec notre formation initiale ? Telles sont les questions auxquelles nous tenterons de répondre en espérant ainsi vous donner l'occasion de vous immiscer quelques instants dans nos deux années de master.

Abstract. – By the end of our occupational therapy course, our thirst for learning naturally led us towards a master's degree. Public health sciences then seemed to be a suitable extension of our bachelor's degree. And we rose to the challenge! But what does this master's represent and what is public health? Which classes are taught there? What does this master's offer us in terms of professional prospects? How, as occupational therapists, have we established links to our initial training? These are the questions we will try to answer, in the hopes of giving you the opportunity to immerse yourselves briefly in our two-year master's degree.

Mots clés. – Ergothérapie – Formation – Organisation du système de soins de santé – Santé publique.

1. Introduction

Après trois années passées à la HELHa, nous voici diplômées en ergothérapie. Nous discutons alors ensemble des différentes possibilités de formations continues consécutives à ce cursus. Il est cependant compliqué de trouver des réponses à nos interrogations. Pouvons-nous entamer un master ? Si oui, lequel ?

Après de multiples recherches, il s'avère que diverses formations nous sont accessibles. Trois possibilités s'offrent à nous : le master en sciences du travail, le master en sciences biomédicales et enfin le master en sciences de la santé publique. En septembre 2017, nous entamons ensemble notre master en santé publique. Nous l'avons choisi étant donné que les cours proposés étaient proches de notre cursus ergothérapeutique.

Concrètement, ce master est destiné aux étudiants ayant obtenu un diplôme médical ou paramédical. Bien que l'auditoire fût composé en grande partie d'infirmiers, d'autres professions étaient également présentes. Quelques médecins, pharmaciens, dentistes, kinésithérapeutes, diététiciens et nous, ergothérapeutes, suivions également cette formation.

2. À quoi correspond le master en sciences de la santé publique ?

En pratique, le master peut être réalisé en deux ans minimum en horaire de jour. Il correspond à 120 crédits et comprend des stages optionnels, des activités en anglais également optionnelles ainsi qu'un mémoire. La formation tend à renforcer les connaissances et les compétences des étudiants déjà titulaires d'un diplôme dans le domaine de la santé (UCLouvain, 2019). Plus particulièrement, il vise à développer les principes de promotion de la santé, l'amélioration et le maintien de la santé tout au long de la vie ainsi que la transmission des comportements de santé, afin que chacun puisse apporter une contribution positive à la société (WHO, 2017).

3. Qu'est-ce que la santé publique ?

Il suffit de visualiser le journal télévisé ou de lire les nombreux articles présents sur les réseaux sociaux pour s'apercevoir que nous sommes quotidiennement confrontés à des publications qui concernent la santé publique. À titre d'exemples, les thèmes tels que la charge de travail des infirmiers au sein des services hospitaliers, la prise en charge des réfugiés en Belgique, la réduction

des inégalités sociales, le dérèglement climatique, le harcèlement scolaire, la maltraitance infantile ou les réformes de soins de santé représentent des thèmes liés à la santé publique.

Les termes de « priorité de santé publique » ou encore de « politique de santé » sont également évoqués régulièrement dans les médias. Selon Shiffman et Smith (2007), certains problèmes de santé sont considérés comme prioritaires par nos dirigeants politiques en fonction de quatre catégories : les acteurs impliqués qu'ils soient formels ou informels, le consensus politique sur la formulation du problème, le contexte politique dans lequel s'inscrit une action globale de gouvernance et les spécificités du problème suffisamment compréhensibles et importantes aux yeux des citoyens et des dirigeants.

L'étude des sciences de la santé publique est indéniablement liée à la politique de santé ainsi qu'à l'économie de la santé, cours intégrés dans notre cursus.

4. Quels sont les cours proposés et les compétences à acquérir durant ce master ?

À terme, les étudiants doivent être capables d'exploiter de manière active des savoirs pluridisciplinaires enseignés à travers différents cours et travaux de recherche tels que l'organisation du système de soins de santé en Belgique, l'épidémiologie, les statistiques, l'épistémologie, la démographie, la gestion financière, la sociologie, la promotion de la santé, la conduite de projets, l'économie de la santé, le management organisationnel, la réinsertion et la réhabilitation sociales et bien d'autres encore.

Certains cours nous permettent de donner notre avis au sujet des enjeux socio-politico-économiques tels que l'augmentation de l'espérance de vie et le coût des soins de santé. D'autres nous font (re)penser à la science du singulier et au « prendre soin » (Hesbeen, 2012).

Une telle diversité d'apprentissage nous permet de nous remettre en question dans notre pratique professionnelle.

5. Quelles perspectives professionnelles suite à ce master ?

Les compétences professionnelles développées durant ce master offrent l'opportunité de postuler pour diverses fonctions. Notamment pour exercer

la fonction de *case-manager* (gestionnaire de cas), exercer une fonction de leadership dans les domaines de la santé publique et de l'organisation des soins de santé, être chercheur en santé au sein des cabinets ministériels, des organisations non gouvernementales (ONG), des institutions de soins de santé ou des entreprises privées. Ce master permet également d'avoir accès à la fonction de responsable d'équipes multidisciplinaires de soins, de cadre paramédical, de directeur d'une institution de soins, de coordinateur de réseaux de soins et de services intégrés de soins à domicile. En fonction du parcours professionnel, il est aussi possible de travailler au sein de l'institution scientifique de la santé publique et dans un observatoire de la santé ou encore de devenir spécialiste en analyse économique de la santé dans une institution ou une organisation (Institut national d'assurance maladie-invalidité, Service public fédéral santé, mutuelles, KCE, cabinets politiques…). Il existe donc une multitude de débouchés.

6. Quels liens pouvons-nous établir avec notre formation initiale en ergothérapie ?

Pour le bachelier et le master, la définition de santé s'inscrit au sein d'une vision commune : la santé n'est pas seulement considérée comme une absence de maladie, mais également comme une qualité de vie, une participation sociale, une espérance de vie en bonne santé et un projet de vie individuel accompli. Par ailleurs, la santé se décline en santé *objective*, celle décrite objectivement en fonction de marqueurs bio-psycho-sociaux (Bennet, 2005), et en santé *subjective*, laquelle correspond à l'appréciation réalisée par l'individu lui-même de son propre état de santé (Tafforeau, 2014).

Aussi, comme nous venons de le mentionner, ce master vise à acquérir les connaissances nécessaires pour entamer une réflexion critique et personnelle sur les notions de santé et de déterminants de la santé (KCE, 2016). L'ergothérapeute développe aussi une vision holistique de la personne et prend en considération les notions d'environnement, de contexte socioculturel, d'autonomie et d'indépendance. Il intègre également dans ses pratiques les dimensions de pluralité des individus et leurs déterminants de la santé, qu'ils soient d'ordre biologiques, psychologiques, psychosociaux, sociaux, culturels, économiques ou physiques.

Le diplômé en master de santé publique ainsi que l'ergothérapeute cherchent tous deux à promouvoir, maintenir et rétablir la santé de l'individu au sein de la communauté. En définitive, l'ergothérapeute semble avoir une vision globale

des bénéficiaires tandis que le diplômé en master inscrit cette vision holistique de la personne dans une approche globale de l'organisation du système de soins de santé. En effet, la promotion de la santé implique, d'une part, l'évaluation de la santé et de ses déterminants et, d'autre part, la planification, la mise en œuvre et la gestion des interventions et des programmes destinés à l'améliorer. L'importance de la mobilisation des partenaires pour atteindre ce but commun qu'est l'amélioration de la santé et du bien-être des groupes et des individus a été mise en avant tout au long de notre cursus (UCLouvain, 2019).

De nombreux cours ont renforcé notre conviction de l'existence d'une complémentarité entre les deux cursus. Des notions typiques de l'ergothérapie ont été abordées dans les cours de master : l'autonomie, l'indépendance, les déterminants de santé, la prévention, la promotion de la santé, la prophylaxie, la qualité de vie, le processus de production du handicap (PPH), la classification internationale du fonctionnement du handicap (CIF), les situations de handicap, et bien d'autres encore.

La plus-value majeure est sans aucun doute de mutualiser les différentes compétences auxquelles la santé publique fait appel comme les échanges entre professionnels venant de divers secteurs de la santé, la coordination et la collaboration professionnelle (De Saint Pol, Germain & Heyraud, 2007).

7. Conclusion

En définitive, la formation en sciences de la santé publique nous semble complémentaire et continue aux formations paramédicales. Le master constitue une plus-value face aux nombreux changements qui ont lieu dans le champ de la santé, toujours en évolution à travers le temps et les sociétés. Le fait de se rendre compte également de l'influence des politiques mises en place sur nos pratiques professionnelles permet de légitimer notre profession en tant qu'ergothérapeute et de montrer l'importance de la place du paramédical dans l'organisation des soins de santé.

La méconnaissance du métier d'ergothérapeute auprès des usagers et des thérapeutes ne facilite pas l'orientation des soins vers ce professionnel de santé spécifique. En effet, l'orientation vers un ergothérapeute ne se fait pas systématiquement lorsqu'apparaît une situation de déséquilibre occupationnel. Cette méconnaissance peut être liée au fait qu'il n'y ait aucun master en ergothérapie proposé en Belgique et inversement.

Nous avons trouvé que la continuité du master en santé publique permet d'élargir les champs d'application possibles, par une prise de conscience des champs d'intervention variés dans le secteur de la santé ainsi que par une meilleure compréhension de l'organisation des soins.

Le cursus universitaire permet de développer des activités de recherche dans le secteur de l'ergothérapie et plus particulièrement l'écriture professionnelle. La rédaction d'articles scientifiques axés sur les concepts propres à l'ergothérapie dans ses nombreux champs d'application est également un atout.

Nous avons également découvert que des postes étaient à pourvoir, spécifiquement pour les compétences acquises dans le cadre du master en santé publique.

Bibliographie

Bennet, K. M. (2005). Social Engagement as a Longitudinal Predictor of Objective and Subjective Health. *European Journal of Ageing*, 2(1), 48-55.

De Saint Pol, E., Germain, L., & Heyraud, G. (2007). De la formation en santé publique à la pratique professionnelle : association étudiante et partage d'expériences. *Santé Publique*, 19(1), 143-147. doi:10.3917/spub.070.0143.

Hesbeen, W. (2012). L'intelligence du singulier comme fondement de la qualité des soins et services à domicile. *Contact 131*, (mai-juin-juillet), 11-14.

KCE. (2016). Health Services Research (HSR). *Rapport 259B : la performance du système de santé Belge. Rapport 2015*. Bruxelles : Centre fédéral d'expertise des soins de santé. KCE Reports 259B. D/2015/10.273/02.

Shiffman, J., & Smith, S. (2007). Generation of Political Priority for Global Health Initiatives: A Framework and Case Study of Maternal Mortality. *Lancet*, 370(9595), 1370-1379. doi : 10.1016/S0140-6736(07)61579-7.

Tafforeau, J. (2014). *Santé subjective. Enquête de santé 2013. Rapport 1 : Santé et bien-être*. WIV-ISP, Bruxelles. Disponible à l'adresse : https://his.wiv-isp.be/fr/Documents%20partages/SH_FR_2013.pdf, consulté le 26 octobre 2019.

Université catholique de Louvain (UCLouvain). (2019). *Catalogue des formations 2019-2020*. Disponible à l'adresse : https://uclouvain.be/prog-2019-esp2m.pdf, consulté le 24 octobre 2019.

World Health Organization (WHO). (2017). *Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!): Guidance to Support Country Implementation*. Geneva. Disponible à l'adresse : https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255415/9789241512343-eng.pdf?sequence=1, consulté le 20 octobre 2019.

Revue des Questions Scientifiques, 2019, 190 (5) : 163-166



Le kinésithérapeute

professionnel de la santé au cœur des relations humaines

Thibault Ferrière
Section de kinésithérapie (HELHa)
Kinésithérapeute indépendant (Couillet)
ferrieret@helha.be

Responsable : Vincent Ligot

Résumé. – Après avoir débuté des études de médecine, je suis arrivé à la HELHa pour devenir kinésithérapeute. Une fois praticien, mes limites thérapeutiques m'ont poussé à me former davantage dans le domaine musculo-squelettique. Fort du développement de mes compétences professionnelles, notamment en anatomie palpatoire, je suis devenu enseignant de travaux pratiques au sein de l'établissement qui m'a formé. Malgré un enseignement initial de qualité, il est difficile d'appréhender, lors de celui-ci, les relations humaines qui enrichissent notre pratique de professionnel de la santé. Il est pourtant important de leur accorder une place centrale.

Abstract. – After having commenced my medical studies, I came to HELHa to become a physiotherapist. Once I had become a practitioner, my therapeutic limitations led me to seek further training in the musculoskeletal field. Bolstered by this growth in my professional skills, especially in palpatory anatomy, I became a practical work teacher for the school that had trained me. Despite a first-rate initial education, it remains difficult to grasp the human relationships that enrich our practice as health care professionals. It is important to grant them a central role.

Mots clés. – Enseignement pratique — Introspection — Patient (image du) — Relations humaines.

À la sortie de l'enseignement secondaire, rien ne laissait présager que je puisse devenir kinésithérapeute, encore moins enseignant de travaux pratiques au sein de la section de kinésithérapie de la HELHa.

Mon CESS en poche, j'entamais des études de médecine à l'Université de Namur (UNamur). Je désirais me rendre utile et contribuer au bien-être de la population en la soignant. Après une première année validée, j'ai stagné l'année suivante. Les aspects théoriques et abstraits des cours contribuèrent à cet échec, tout autant que mon manque de motivation et de persévérance. Face à ce constat, toujours désireux de contribuer au maintien de la santé de mes concitoyens, je décidais de débuter des études de kinésithérapie. Habitant dans la périphérie de Charleroi et connaissant la réputation de la HELHa, je m'y suis inscrit en deuxième année de bachelier moyennant la récupération de quinze crédits ECTS de première année (passerelle rendue possible grâce à la réussite de ma première année de bachelier en médecine).

Diplômé en 2015, je me lançais directement comme indépendant dans la région de Charleroi, à Couillet précisément. Cette incroyable aventure, je la partage avec mon épouse, Margaux Tillier, également ancienne étudiante de la HELHa que j'ai rencontrée durant mes études. Nous eûmes la chance de reprendre le cabinet d'un aîné ayant ralenti son activité pour, enfin, profiter d'une retraite plus que méritée après quarante-cinq années de bons et loyaux services.

Le sentiment que je retiens du début de ma carrière est un mélange d'excitation et de peur. J'avais hâte de prendre en charge mon premier patient, mais en même temps j'appréhendais cette rencontre. Une présentation timide, une anamnèse à moitié complète, un bilan en partie désorganisé et un traitement commun, qu'on pourrait qualifier de protocolaire, résument cette première consultation. Malgré un manque d'expérience, évident et inéluctable, j'ai fait mon possible pour répondre aux attentes de ce patient.

Très vite, j'ai pris conscience de mes limites thérapeutiques. Dans certaines prises en charge qui me paraissaient pourtant simples, je ne parvenais pas à obtenir une efficacité de traitement optimale. Selon moi, cela provenait de deux raisons : la première est que l'enseignement reçu constitue la base de notre « coffre à outils thérapeutiques » et qu'il doit être complété en fonction de notre expérience et de nos affinités pour l'un ou l'autre domaine plus spécifique ; la seconde réside dans le fait que nous avons trop tendance à envisager le traitement de manière analytique et non pas avec une vision globale du patient. Fort de ce constat, j'ai décidé de suivre quelques formations dans le domaine

musculo-squelettique et d'entreprendre une formation en ostéopathie, toujours en cours actuellement.

Ayant affiné ma perception tactile et désireux d'accompagner les étudiants dans leur formation, j'ai envoyé mon curriculum vitae à Vincent Ligot, directeur du département paramédical. En 2018, il m'a proposé un remplacement pour assurer les travaux pratiques d'anatomie descriptive ainsi que ceux d'anatomie palpatoire. Suite à un retour positif de cette première expérience menée de « l'autre côté de la barrière », ce remplacement a été renouvelé pour l'année académique 2019-2020.

Cette mise en contexte n'a pas pour but d'étaler avec suffisance mon parcours professionnel singulier, mais bien de mettre en avant que tout est possible à qui s'en donne les moyens et qu'il n'existe pas une et une seule voie tracée, mais bien une multitude de voies, du moins à celui qui ose les imaginer.

* * *

Le kinésithérapeute pourrait être apparenté à un technicien de la revalidation. Grâce à ses connaissances anatomiques, biomécaniques et pathophysiologiques, il pose différents actes permettant la restauration des capacités physiques, locomotrices et fonctionnelles du patient. Il serait pourtant réducteur — et même navrant — de considérer de la sorte ce beau métier, si riche en qualités humaines. Néanmoins, la société dans laquelle nous vivons, caractérisée par l'hyperconnexion et la surconsommation, dans laquelle les rapports humains se limitent de plus en plus souvent à des contacts numériques, amène certains d'entre nous à oublier cette humanité propre à notre métier. Le patient n'est dès lors plus considéré comme une personne à part entière, avec toutes ses caractéristiques singulières, mais bien en tant que pathologie, sans particularités individuelles, ce qui entraîne le kinésithérapeute à appliquer des procédures conformes à la pathologie, tel un mécanicien réparant un moteur automobile. Un autre danger de cette société de surconsommation est d'envisager le patient comme un portefeuille ambulant au détriment de la qualité des soins prodigués. L'exemple le plus pertinent est celui du professionnel prenant en charge quatre personnes à la demi-heure. Il est vrai qu'il sera quatre fois plus rentable que celui qui s'occupe d'un patient à la fois, mais prendra-t-il en charge les quatre individus de manière optimale ? Quelle satisfaction, autre que matérielle, en tirera-t-il ?

Certains confrères arrivent sans problème à mettre de côté l'aspect humain dans leur travail. Pour ma part, c'est impossible. En travaillant avec l'Autre,

indirectement, vous travaillez avec vous-même. Ses peurs, ses craintes, ses angoisses, ses interrogations… résonnent en vous, faisant parfois écho avec les vôtres. En entrant dans l'intimité des gens pour les soigner, vous êtes confrontés, par moment, à la Maladie, ce qui vous renvoie, comme en miroir, l'image de vos propres faiblesses d'êtres finis et mortels. Cette image triste et mélancolique, vous la retrouvez essentiellement dans les services de gériatrie, d'oncologie, les maisons de retraite… À côté de cela, vous partagez la joie de votre patient quand il réussit à marcher à nouveau après trois mois d'alitement, quand il a récupéré entièrement d'une opération de prothèse de genou… Vous prenez part à tous les moments que la vie a à nous offrir — les bons comme les mauvais —, prenant conscience que la vie ne tient qu'à un fil et qu'il est nécessaire de profiter de chaque instant.

Ces réflexions personnelles font suite à mon expérience de jeune praticien, présentant avec humilité certaines difficultés rencontrées en tant que kinésithérapeute telles que le traitement des patients en soins palliatifs, l'adoption d'une communication adéquate avec le patient, la confrontation à la pauvreté et à la précarité de certains patients…, toutes ces situations que nous n'imaginons pas et qu'il est impossible de matérialiser lors des cours. Seule l'expérience permet de faire face à ces situations, ou du moins de les appréhender.

CONDITIONS D'ABONNEMENT (2019, VOL. 190)

L'abonnement est annuel, à partir de janvier, et court jusqu'à ordre contraire.

En Belgique et au Luxembourg	45,00 €
abonnement de soutien	150,00 €
abonnement étudiant	22,50 €
Pour la France (TVA comprise)	49,82 €
Pour les autres pays (toutes taxes incluses)	60,67 €
Prix au numéro trimestriel (TVA comprise)	15,00 à 25,00 €
Pour paiement par chèque	ajouter 25,00 €

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES :

61, rue de Bruxelles – 5000 Namur – Belgique
ING. (Avenue Marnix 24 B – 1000 Bruxelles)
IBAN : BE35 3500 0659 7537
BIC : BBRUBEBB
TVA : BE 0407 654 574

Revue publiée avec l'aide financière

- du Fonds National de la Recherche Scientifique
- de l'Université de Namur (ESPHIN)
- du Fonds Wernaers





BELGE SCIENCES
PLURIDISCIPLINAIRE
PHILOSOPHIE
HISTOIRE

FRANCOPHONE





Revue des QUESTIONS SCIENTIFIQUES

ISSN 0035-2160

Actualité, histoire et philosophie des sciences

Tome 190, N°5, 2019

www.rqs.be

CE NUMÉRO : 15 €